



MKBA Innovatieve Dijkconcepten

Samenvatting

Deze studie is uitgevoerd in het kader van Deltaprogramma Zuid-Westelijke Delta en is een vervolg op de studie 'Innovatieve dijkconcepten in de Zuidwestelijke Delta' van Tangelder et al. (2013), waarin de meerwaarde van innovatieve dijkconcepten is verkend. In deze studie wordt voortgebouwd op de bevindingen door een kwantitatieve analyse te maken van twee case studies doormiddel van een Maatschappelijke Kosten Baten Analyse. Dit heeft als doel om de potentie van innovatieve dijkconcepten te verkennen als optimalisatie van de huidige veiligheidsstrategie in de Zuid-Westelijke Delta.

In de Oosterschelde speelt de zandhonger problematiek. Dit is de verplaatsing van zand van het intergetijdengebied naar de geulen. Door zandhonger neemt de oppervlakte en de droogvaltijd van de platen, slikken en schorren in de Oosterschelde af. Daarnaast verkleint het oppervlak van het intergetijdengebied. Dit kan negatieve effecten hebben op de natuur, veiligheid, landschap en economie. Ook is de Oosterschelde in 2009 aangewezen als Natura 2000 gebied. Eén van de doelstellingen opgenomen in de instandhoudingsdoelstelling is om het intergetijdengebied in de Oosterschelde te behouden.

Binnen deze studie zijn twee casestudies geanalyseerd, dit zijn de projecten veiligheidsbuffer Oesterdam en de Suppletie Sophiastrand (beide Oosterschelde). Beide projecten bestaan uit het versterken van de bestaande kering doormiddel van een "zachte" versterking met behulp van zandsuppleties. Deze 'hybride' keringen worden gezien als een kansrijk concept, mogelijk kan dit concept ook worden uitgevoerd op andere plaatsen in de Oosterschelde.

Sophiastrand

De dijk langs het Sophiastrand is in de toetsing van het jaar 2010 afgekeurd op steenbekleding. De oorspronkelijke dijk is door een zandsuppletie en de invloed van de wind onder een zandpakket komen te liggen welke zich heeft ontwikkeld tot duinnatuur. Achter deze duinstrook ligt het grootste vakantiepark van Noord-Beveland. Het verbeteren van de steenbekleding is de traditionele oplossing om de dijk weer aan de veiligheidsnorm te laten voldoen, dit is het referentie alternatief. Echter heeft dit implicaties voor natuur en recreatie en heeft zandhonger in de toekomst mogelijk een negatief effect op de levensduur van de dijk. Daarom is een andere oplossing voorgesteld, het versterken van de kering doormiddel van zandsuppleties. De duinstrook kan hierdoor de verdediging van het achterland op zich nemen, daarbij kan de aan te brengen zandsuppletie bijdragen aan het behoud van het lokale intergetijdengebied.

Oesterdam

De Oesterdam is recentelijk versterkt, zandhonger kan echter invloed hebben op de veiligheid van de dam. De doelstelling van het project is om een oplossing voor het zandhongerprobleem ter plaatse van de Oesterdam aan te pakken, een oplossing die duurzaam en veilig is te ontwikkelen en bij te dragen aan kennisontwikkeling en verbetering van het kustmanagement. Om aan de doelstellingen te voldoen is een zandsuppletie uitgevoerd en worden oesterriffen aangelegd. Binnen de MKBA wordt het referentie alternatief (dijkversterking en zandsuppletie) vergeleken met een versterkte steenbekleding met een levensduur van 50 jaar, 30 jaar en een alternatief met enkel de zandige variant.

In geval van de case studie Sophiastrand is de Netto Contante Waarde van alternatief 'versterken van de duinstrook' aanzienlijk hoger dan van het referentie-alternatief dijkversterking. Dit komt voornamelijk door recreatieve baten en de bouw van strandhuisjes op het verbrede strand. Naast recreatiebaten zal een zandsuppletie een kleine bijdrage leveren aan het tegengaan van de zandhonger in het gebied. Het versterken van de duinstrook heeft van de twee alternatieven de grootste positieve welvaartseffecten en is vanuit een maatschappelijk oogpunt de beste keuze om aan de veiligheidsnorm te voldoen. De gevoeligheidsanalyse laat zien dat de uitkomsten robuust zijn, ook met een andere discontovoet of verandering van substitutie effecten blijft de rangorde van de alternatieven gelijk.

In geval van de Oesterdam komt de aanleg van een veiligheidsbuffer door middel van zandsuppletie het beste uit de MKBA, dit alternatief heeft de hoogste netto contante waarde (NCW). Hierbij wordt er vanuit gegaan dat dit alternatief dezelfde veiligheid waarborgt als het vervangen van de steenbekleding. De combinatie van de zandsuppletie en de versterkte steenbekleding heeft een lager welvaartseffect dan wanneer, in een *worst-case* scenario, de steenbekleding na 30 jaar een verdere versterking nodig heeft. De baten van de zandsuppletie zijn echter wel hoger dan bij een versterkte steenbekleding, dit komt voornamelijk door het positieve welvaartseffect van het tegengaan van de zandhonger. Ook de kennisontwikkeling is een belangrijke baat, al is deze niet meegenomen in deze studie. De NCW van de eerste twee alternatieven (alleen zandsuppletie en alleen een versterkte steenbekleding levensduur 50 jaar) zijn robuust, zelfs wanneer de levensduur van de zandsuppletie zou afnemen tot 25 jaar heeft dit alternatief nog steeds de hoogste welvaartseffecten. De maatschappelijke baten zijn lager dan in de Sophiastrand case, doordat in het gebied minder baten voor andere functies optreden.

De twee case studies laten zien dat in beide gevallen de innovatieve dijkbescherming door middel van zandsuppleties lagere kosten op basis van *Life Cycle Costs* hebben dan de traditionele dijkversterkingen. De hoogte van de baten zijn wel sterk afhankelijk van andere functies in het gebied. De belangrijkste baten van de zandsuppleties in geval van de Oosterschelde zijn potentiële toename van recreatie activiteiten, bouwmogelijkheden en het realiseren van intergetijdengebied voor het tegengaan van de zandhonger.

De grootste negatieve effecten in geval van alle alternatieven zijn voornamelijk hinder bij de uitvoering tijdens het toeristenseizoen. Uit de casestudies blijkt dat eventuele negatieve effecten op natuur en/of ecologie, visserij of andere functies tijdens de uitvoering of na realisatie gering zijn.

Uit deze studie kan geconcludeerd worden dat in de Oosterschelde zandsuppleties vaak een economisch en maatschappelijk hoger rendement hebben dan traditionele dijkversterkingen.

Inhoudsopgave

1.	Inleiding.....	6
1.1.	Aanleiding	6
1.2.	leeswijzer	6
2.	Opzet MKBA.....	7
2.1.	Methodologie.....	7
2.2.	Uitgangspunten.....	7
2.2.1.	Discontovoet	7
2.2.2.	Tijdshorizon.....	7
2.2.3.	Prijspeil & BTW.....	8
2.2.4.	Huidig beleid	8
2.2.5.	KRW en toetsing waterbodem n.a.l.v. de waterwet.....	8
2.2.6.	Natura 2000 in de Oosterschelde	8
2.2.7.	Zandhonger Oosterschelde.....	10
2.3.	Keuze casestudies	10
3.	Sophiastrand	12
3.1.	Korte probleemanalyse.....	12
3.2.	Omschrijving Huidige Situatie	12
3.2.1.	De omgeving	13
3.3.	Referentie-alternatief: Dijkversterking	15
3.4.	Omschrijving Projectalternatief: Versterken van de Duinstrook.....	15
3.5.	Kosten	17
3.6.	Maatschappelijke effecten.....	18
3.6.1.	Veiligheid.....	18
3.6.2.	Recreatie	18
3.6.3.	Natuur	22
3.6.4.	Cultuurhistorie	24
3.6.5.	Visserij.....	24
3.7.	MKBA tabel	24
3.8.	Gevoeligheidsanalyse.....	27
4.	Oesterdam	29
4.1.	Korte probleemanalyse.....	29
4.2.	Huidige situatie	29
4.2.1.	De projectlocatie.....	29
4.2.2.	De omgeving	30

4.3.	Omschrijving alternatieven.....	32
4.3.1.	Omschrijving Referentie-alternatief	33
4.3.2.	Projectalternatief 1: Versterkte steenbekleding met een levensduur van 30 jaar.....	33
4.3.3.	Projectalternatief 2: veiligheidsbuffer + dijkversterking	34
4.3.4.	Projectalternatief 3: Veiligheidsbuffer.....	34
4.4.	Kosten	34
4.5.	Maatschappelijke effecten.....	36
4.5.1.	Veiligheid.....	36
4.5.2.	Recreatie	36
4.5.3.	Natuur	37
4.5.4.	Visserij	37
4.5.5.	Cultuurhistorie	38
4.5.6.	Overige functies	38
4.6.	MKBA tabel	39
4.7.	Gevoeligheidsanalyse.....	41
5.	Conclusies	43

Bijlage 1: Longlist Innovatieve Dijkconcepten ZWD

1. Inleiding

1.1. Aanleiding

Deze studie vormt een vervolg op de studie 'Innovatieve dijkconcepten in de Zuidwestelijke Delta' van Tangelder et al. (2013). Daarin is de meerwaarde van innovatieve dijkconcepten verkend. Meerwaarde bepaling is gericht op het analyseren van de kosten en baten van innovatieve dijkconcepten in vergelijking met traditionele dijken. In de genoemde studie zijn de belangrijkste afwegingscriteria bepaald om deze afweging te kunnen maken. Als basis fungeerde daarbij de lijst met criteria uit de Vergelijkingsystematiek van het Deltaprogramma (Groffen et al, 2013). Vervolgens is een enquête ontwikkeld om deze criteria te identificeren. Aan de hand van deze criteria zijn uiteindelijk een selectie van zeven innovatieve dijkconcepten kwalitatief beoordeeld. Deze studie bouwt verder op deze bevindingen door een kwantitatieve analyse te maken van twee case studies middels een Maatschappelijke Kosten Baten Analyse (MKBA).

Deze MKBA maakt onderdeel uit van een breder onderzoek "Vervolg innovatieve dijkconcepten 2013" naar de potentie van innovatieve dijkconcepten als optimalisatie van de huidige veiligheidsstrategie in de ZW Delta. Binnen dit overkoepelende onderzoek worden onderstaande kennisonderwerpen opgepakt:

- Deel A: Governance van innovatieve dijkconcepten: Definiëren van succes- en faalfactoren die bepalend zijn voor plaatsen waar de dijkzone al dan niet ontwikkeld wordt.
- Deel B: Biobouwers in de Zuidwestelijke Delta: Onderzoeken van mogelijkheden voor toepassing van biobouwers in de Zuidwestelijke Delta.
- Deel C: Maatschappelijke kosten-baten analyse van innovatieve dijkconcepten: Kwantificeren van de meerwaarde en kosten van innovatieve dijkconcepten ten opzichte van traditionele dijken.

Deze MKBA zal voor twee innovatieve dijkconcepten onderzoeken welke veranderingen in maatschappelijke welvaart zullen optreden bij uitvoering in de Zuidwestelijke Delta. De MKBA zal worden uitgevoerd voor twee case studies welke gelegen zijn aan de Oosterschelde. Naast het onderzoeken van de welvaartsveranderingen voor de twee case studies zal tevens in kwalitatieve termen worden aangegeven waar bij uitvoering van deze innovatieve dijkconcepten welvaartseffecten zijn te verwachten bij uitvoering in andere gebieden.

1.2. leeswijzer

Het volgende hoofdstuk in dit rapport beschrijft de opzet van deze MKBA, de gehanteerde uitgangspunten en de keuze van de case studies. In hoofdstuk 3 wordt de case studie van de strandsuppletie voor het Sophiastrand beschreven en in hoofdstuk 4 de case studie van de veiligheidsbuffer Oesterdam. Hoofdstuk 5 geeft de conclusies.

2. Opzet MKBA

2.1. Methodologie

Een Maatschappelijke Kosten Baten Analyse (MKBA) geeft het rendement van een investering voor de samenleving op regionaal of nationaal niveau. Daarvoor worden alle relevante kosten en effecten van een project op de welvaart in beeld gebracht. Een MKBA is daardoor een geschikte methode om projecten te beoordelen die gefinancierd worden met publiek geld. De welvaartseffecten worden zoveel mogelijk in geld uitgedrukt, zodat daarmee de kosten en baten van verschillende alternatieven met elkaar vergeleken kunnen worden.

In een MKBA worden de welvaartseffecten als volgt bepaald:

1. Raming van de effecten en kosten zonder het project (referentiealternatief). De effecten kunnen veranderen in de tijd. De verandering kan afhankelijk zijn van de gekozen scenario's;
2. Raming van de effecten en kosten met het project. Ook nu kunnen de effecten toenemen in de tijd, afhankelijk van de gekozen scenario's;
3. Het verschil tussen de effecten die ontstaan met en zonder project zijn de baten van het project. Deze worden vergeleken met het verschil in kosten met en zonder een project.

In dit project worden voor twee case studies de kosten en baten van innovatieve dijkconcepten bepaald. Door het innovatieve karakter van de oplossingen betekent dit dat de effecten van de projecten onzekerder zijn dan bij een standaard oplossing. Door een gevoeligheidsanalyse uit te voeren kan er beter worden omgegaan met deze onzekerheden, zie hoofdstuk 4.7. Hiermee kan men variëren in de aannames van een MKBA en de robuustheid van de uitkomsten in beeld brengen.

2.2. Uitgangspunten

Dit project wordt uitgevoerd in het kader van het Deltaprogramma binnen het Deelprogramma Zuidwestelijke delta, daarom worden de uitgangspunten, opgesteld door het Expertisecentrum Kosten-Baten (ECKB) van het Deltaprogramma (ECKB, 2013), hier zoveel mogelijk gehanteerd. Hieronder worden de gehanteerde uitgangspunten kort besproken.

2.2.1. Discontovoet

In overeenkomst met de uitgangspunten van het CPB en het ECKB (ECKB, 2013) wordt een reële discontovoet van 5.5% gehanteerd (discontovoet van 2,5% plus een risico opslag van 3%). Een discontovoet is een percentage dat gebruikt wordt om de contante waarde van maatschappelijke kosten en baten te berekenen van een project. De contante waarde methode maakt maatschappelijke kosten en baten van projectalternatieven, nu en in de verre toekomst, onderling vergelijkbaar. Met behulp van een discontovoet worden de kosten en baten naar een zelfde basisjaar teruggebracht en vervolgens gesommeerd. De keuze van een discontovoet hangt af van de rente voet en de mate van risico-aversie. Een hoge discontovoet heeft als resultaat dat kosten en baten in de verre toekomst in de huidige tijd nauwelijks nog iets waard zijn, terwijl bij een lage discontovoet de kosten en baten in de toekomst veel minder sterk afnemen.

2.2.2. Tijdshorizon

Het uitgangspunt van het ECKB is om de kosten en baten van maatregelen in beeld te brengen vanaf het begin van de projectuitvoering en voor de zichtjaren 2030, 2050 met een doorkijk tot 2100 (ECKB

2013). Voor deze studie geldt dat de situatie na 2070 echter onbekend is door de mogelijke vervanging van de Oosterscheldekering. De MKBA gaat daarom uit van een planperiode van 50 jaar. Om de relevante investeringen en baten die optreden na de planperiode van 50 jaar ook mee te nemen wordt hier gewerkt met een eventuele restwaarde voor de resterende levensduur van een investering.

2.2.3. Prijspeil & BTW

Alle kosten en baten worden inclusief 21 % BTW en in het prijspeil van 2012 uitgedrukt.

2.2.4. Huidig beleid

Het huidige veiligheidsniveau van 1:4000 jaar wordt als uitgangspunt genomen. Dit betekent dat de kustverdediging in de toekomst minimaal aan het vereiste veiligheidsniveau moet blijven voldoen. Een belangrijke baat, veiligheidsniveau, zal in principe dus nooit lager liggen dan het huidige veiligheidsniveau. In het geval dat er sprake is van een veiligheidsniveau dat ligt dan de standaard aanwezige onzekerheidsmarge, wordt de extra vermeden schade meegenomen als baat.

De overige grote beleidsopgaven in het gebied zijn Natura 2000, de vogel- en habitatrichtlijnen end de Kader Richtlijn Water (KRW). Specifiek voor het gebied is de beleidsopgave om de zandhonger van de Oosterschelde tegen te gaan. Deze beleidsopgaven worden als autonome ontwikkelingen meegenomen in de MKBA. Dat betekent dat wordt verondersteld dat de deze ontwikkelingen binnen het referentiealternatief worden gerealiseerd. De effecten daarvan worden dus niet meegenomen in het bepalen van de kosten en baten van de projectalternatieven.

2.2.5. Toetsing waterbodembodem n.a.v. de Waterwet

Wat betreft de milieu hygiënische en fysische kwaliteit van het te winnen zand, betreft de Oosterschelde een onverdachte waterbodem, aangezien geen verdachte activiteiten als lozingen of industrie hebben plaatsgevonden in het verleden. Ter plaatse van de Oosterschelde is niet of slechts licht verontreinigd materiaal aangetroffen. Op basis van het chemisch-analytisch onderzoek is de bodem in 2008 beoordeeld als zijnde 'vrij toepasbaar' en 'verspreidbaar' in zout water (RWS, 2012).

2.2.6. Kader Richtlijn Water (KRW)

De geplande KRW-maatregelen in de Oosterschelde zijn:

- herstel getij en zoet-zoutovergang Rammegors en Schelphoek;
- pilot aanplant zee gras;
- verdedigen schorranden en aanleg schelpenbanken;
- cofinanciering vispassages naar polders.

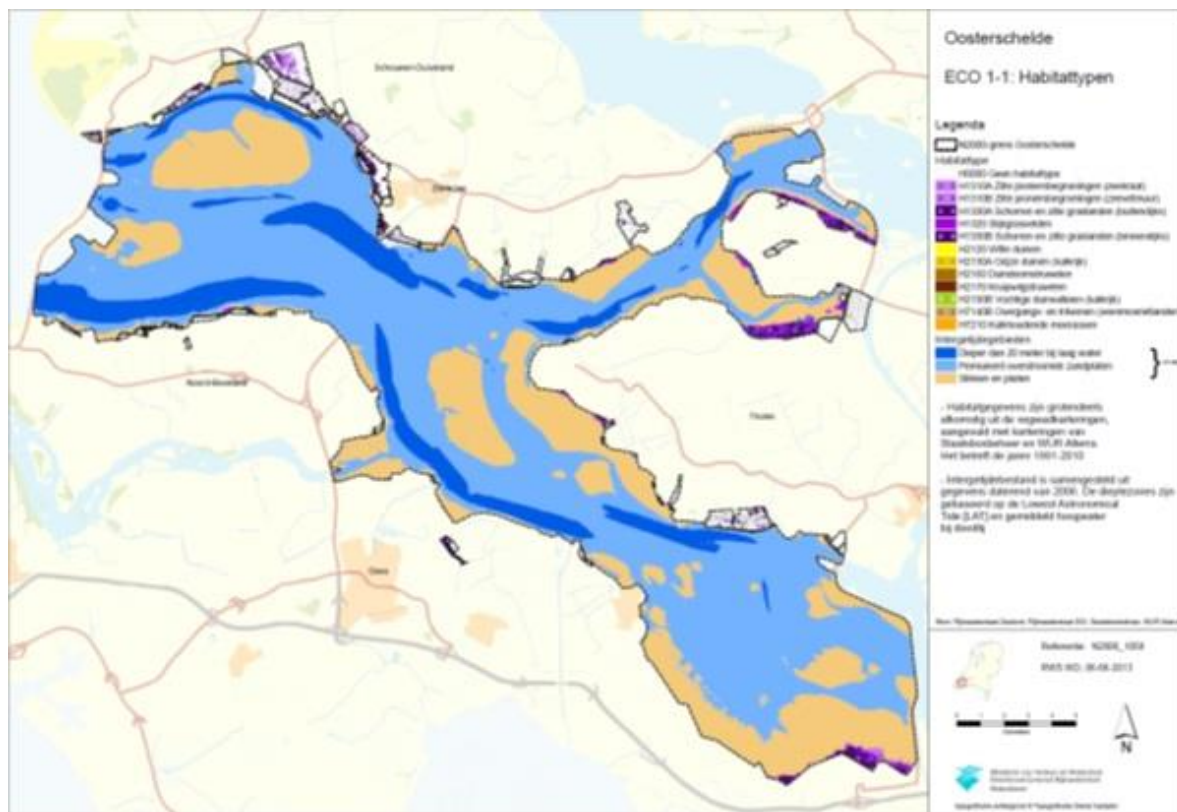
Verder is er vanuit de KRW de opgave om de Oosterschelde in een zo goed mogelijke ecologische toestand te brengen en te houden. Door de Deltawerken zijn de natuurlijke processen in de Oosterschelde sterk veranderd. Herstel van de oorspronkelijke situatie door het verwijderen van de Oosterscheldekering en de dammen is niet realistisch. Wel is er de opgave om te onderzoeken welke toestand en maatregelen wél haalbaar en betaalbaar.

2.2.7. Natura 2000

De Oosterschelde is in 2009 aangewezen als Natura 2000 gebied. Bij de keuze voor de Natura 2000 doelstellingen voor de Oosterschelde is er rekening mee gehouden dat het leefgebied voor soorten

als gevolg van zandhonger zal afnemen. Er is daarom besloten om een voorlopig instandhoudingdoel te formuleren waarin behoud van oppervlakte wordt nagestreefd in plaats van uitbreiding. In het aanwijzingsbesluit voor de Oosterschelde staat voor welke soorten en habitats (Figuur 1) het betreffende gebied is aangewezen en welke instandhoudingsdoelstellingen gelden. Het huidige conceptbeheerplan voor de Oosterschelde (versie 3.1) dateert van juni 2013.

Figuur 2.1: Concept habitatkaart Natura 2000 gebied Oosterschelde (RWS WD, 2013).



Overzicht van waargenomen habitattypen in Oosterschelde:

Habitattypen met een behouddoelstelling
H1160 - Grote baaien
H1310A - Zilte pioniersbegroeiingen (zeekraal)
H1320 – Slijkgrasvelden
H1330A - Schorren en zilte graslanden (buitendijks)
H1330B - Schorren en zilte graslanden (binnendijks)
H7140B - Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)
Habitattypen zonder behouddoelstelling
H1310B - Zilte pioniersbegroeiingen (zeewietmuur)
H2120 - Witte duinen
H2130A - Grijze duinen (kalkrijk)
H2160 - Duindoornstruwelen
H2170 - Kruipwilgstruwelen
H2190B - Vochtige duinvalleien (kalkrijk)
H7210 - Kalkhoudende moerassen

De volgende diersoorten hebben een beschermde status (Ministerie van LNV, 2009):

- Noordse woelmuis
- Gewone zeehond

- 42 vogelsoorten

2.2.8. Zandhonger Oosterschelde

Zandhonger is de term om de verminderde verplaatsing van zand van het intergetijdengebied naar de geulen aan te duiden. Als gevolg daarvan komt er minder sediment binnen en heeft de getijdenstroming niet genoeg kracht om sediment op te pakken en op de platen te leggen. Daarentegen erodeert er wel sediment van de platen naar de geulen door winderosie en uitstromend water. De stormvloedkering is de grootste boosdoener, doordat het de instroom en uitstroom van zeewater met 30 procent vermindert. Ook is zeespiegelstijging van invloed, zodat naast de erosie ook de zeespiegelstijging zorgt dat de droogvaltijd van platen verder afneemt. Volgens berekeningen van Rijkswaterstaat vermindert het aantal hectare aan slikken, schorren en platen met 50 tot 100 hectare per jaar. In 2045 kan het aantal hectare intergetijdengebied zijn afgenomen met 50 procent. Dit kan van grote invloed zijn op de ecologie in de Oosterschelde, maar kan ook invloed hebben op de levensduur van de dijken (Coalitie Natuurlijk Klimaatbuffers, 2012)

Er zijn diverse verkenningen uitgevoerd naar mogelijkheden om het verlies van platen, slikken en schorren te stoppen of te beperken (o.a. van Zanten en Adriaanse, 2008; onderzoek Algemene Neerwaartse Trend Oosterschelde (ANT), 2009, Beleidsondersteunend Onderzoek Sedimentstrategie 2012/2013). Zij onderscheiden drie soorten maatregelen:

- oorzaak van de zandhonger bestrijden (meer water door de geulen laten stromen of meer zand in de geulen brengen);
- effect van de zandhonger bestrijden (verlies van intergetijdengebied tegengaan);
- elders vergelijkbare natuur ontwikkelen.

Hoewel volgens van Zanten en Adriaanse (2008) een structurele en natuurlijke lange termijn oplossing de voorkeur verdient, geven zij aan dat gerichte suppleties van het intergetijdengebied nodig zijn om tussentijds verlies aan habitats te voorkomen.

Naast bescherming van soorten en habitats, vormt ook behoud en ontwikkeling van intergetijdengebieden en estuariene processen een beleidsopgave. Doelstellingen hiervoor zijn opgenomen in o.a. de Nota Ruimte, de Vierde Nota Waterhuishouding, het Beheerplan Rijkswateren en het Beleidsplan Oosterschelde.

2.3. Keuze casestudies

In overleg met het Deltaprogramma Zuidwestelijke Delta, IMARES en de WUR is een *longlist* (zie bijlage 1) tot stand gekomen van projecten waarvoor innovatieve dijkconcepten kansrijk worden geacht. Uit deze *longlist* zijn door de opdrachtgever twee casestudies gekozen. Dit is gedaan op basis van de mogelijkheid om het concept uit te voeren in andere gebieden binnen de Oosterschelde en de beschikbaarheid van informatie over de casestudie. De keuze is gevallen op de projecten 'veiligheidsbuffer Oesterdam' en 'suppletie Sophiastrand'. Beide projecten bestaan uit het versterken van de bestaande waterkering doormiddel van een "zachte" versterking met behulp van zandsuppleties. Waterkeringen die gebruikmaken van een combinatie van 'harde' en 'zachte' versterkingstechnieken worden hybride waterkeringen genoemd. De hybride keringen die door de zandsuppleties ontstaan, worden gezien als een innovatief dijkconcept. De verwachting is dat de ervaringen opgedaan bij de uitwerking van deze case studies gebruikt kunnen worden bij

toekomstige zandsuppletie projecten in de Oosterschelde. Dit soort projecten kunnen mogelijk een oplossing bieden voor het zandhongerprobleem in de Oosterschelde.

3. Sophiastrand

3.1. Korte probleemanalyse

De dijk langs het Sophiastrand heeft te maken met twee problemen. Allereerst is bij de toetsing in het jaar 2010 afgekeurd op steenbekleding. De steenbekleding in het betreffende dijkvak ontbreekt of is in gebrekkige staat aanwezig. Dit kan onder extreme omstandigheden gevaar opleveren voor de veiligheid. De oorspronkelijke dijk is door een zandsuppletie uit de nabijgelegen haven en door invloed van de wind onder een zandpakket komen te liggen welke zich heeft ontwikkeld tot waardevolle duinnatuur. Achter deze duinstrook ligt het grootste vakantiepark van Noord-Beveland. De standaardoplossing om de dijk weer aan de veiligheidsnorm te laten voldoen is het verbeteren van de steenbekleding. Dit is echter minder vanzelfsprekend door de aanwezigheid van de duinstrook.

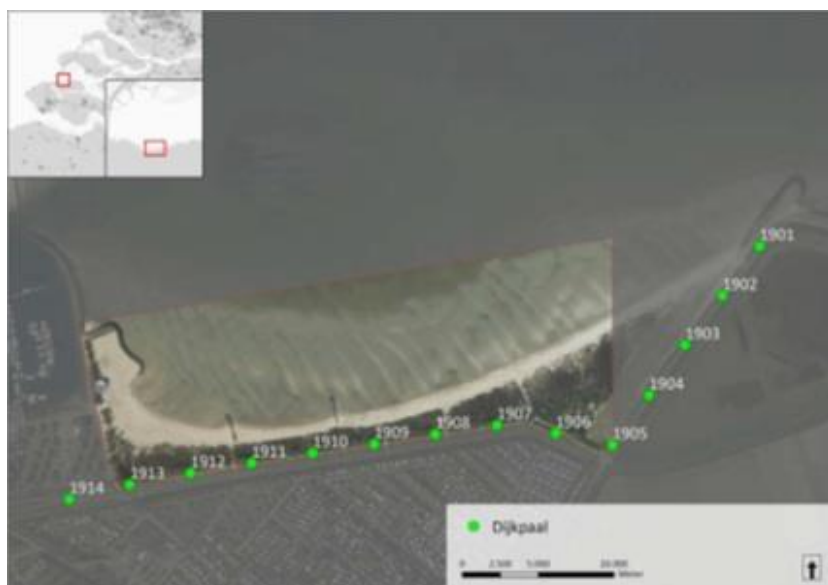
Daarnaast speelt de problematiek van de zandhonger, die van invloed is op de veiligheid van dijken. De dijken rondom de Oosterschelde moeten hoge waterstanden en golven kunnen keren. Wanneer een dijk direct grenst aan een diepe geul of een uitgestrekte watervlakte kan er aanzienlijke golfoploop optreden, een aanwezige vooroever dempt deze golfoploop. Wanneer vooroevers verdwijnen door de zandhonger, zal de levensduur van de dijken afnemen.

In deze studie wordt het versterken van de kering doormiddel van zandsuppleties onderzocht. De duinstrook kan hierdoor de verdediging van het achterland op zich nemen, daarbij kan de aan te brengen zandsuppletie bijdragen aan het behoud van het lokale intergetijdengebied (Schrijver, 2011). De kosten en baten die dit project met zich meebrengt worden in deze MKBA onderzocht.

3.2. Omschrijving huidige situatie

Het projectgebied ligt ten noordwesten van Wissenkerke, Noord-Beveland (Figuur 2). In 2010, is het dijkvak tussen dijkpaal 1905 en 1913 +23 m door waterschap Scheldestromen bij toetsing van de Hydraulische Randvoorwaarden 2006 beoordeeld als onvoldoende. Dit dijkvak van 823 meter lang maakt deel uit van het dijktraject Maria-/Anna-Frisopolder. De oostzijde van het dijkvak grenst aan het dijktraject Vliete- en Thoornpolder en de westzijde aan de Sophiahaven/Roompot Marina. Binnendijs bevindt zich de Mariapolder, daar ligt het vakantiepark Roompot Beach Resort.

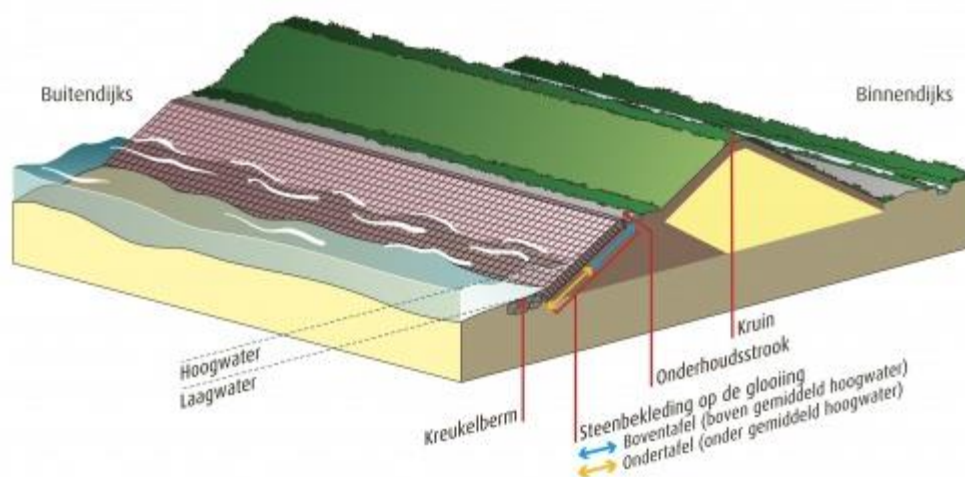
Figuur 3.1: Sophiastrand met Marina (links) en vakantiepark (onder)



Buitendijks ligt de duinstrook en het Sophiastrand (Projectbureau Zeeweringen, 2012a).

Een standaard dijkprofiel bestaat uit een voorland, onderhoudsstrook en berm, een bovenbeloop, kruin en binnenbeloop (zie Figuur 3). Op Noord-Beveland is het binnentalud vaak begroeid met gras en ligt op de kruin doorgaans geen weg. De bekleding is gevarieerd, natuursteen, betonblokken, maar ook Haringmanblokken, breuksteen en betonzuilen komen voor (Dorp, stad en land, 2008).

Op de projectlocatie ontbreekt tussen dijkpaal 1905 en 1909 de steenbekleding, vanaf dijkpaal 1909 is een toplaag van Belgisch kalksteen aanwezig. De hoogte van de dijk voldoet wel aan de norm. Op de kruin is een wandelpad aanwezig (Projectbureau Zeeweringen, 2012a).



Figuur 3: Standaard opbouw Oosterschelde dijk (Dorp, stad en land, 2008)

3.2.1. De omgeving

Om de effecten van de alternatieven op de omgeving goed te kunnen beschouwen, is informatie over de omgeving noodzakelijk. Deze informatie wordt hier gepresenteerd.

Recreatie

In de omgeving van het Sophiastrand wordt veel gerecreëerd, dit komt onder andere door de aanwezigheid van het vakantiepark Roompot Beach Resort en de Roompot Marina haven (zie Figuur 3.12). Het Roompot Beach Resort bestaat uit ongeveer 1300 plaatsen variërend van campingplaats tot vakantieverblijf. Aan de westkant van het Sophiastrand ligt de Roompot Marina jachthaven met 335 ligplaatsen. Op het Sophiastrand zelf staat een watersportcentrum dat in de maanden juni t/m augustus elke dag open is (Schrijver, 2011). Het centrum biedt wind- en kitesurf lessen aan en verhuurd materiaal.

Het Sophiastrand is het meest bezochte strand aan de Oosterschelde en wordt op zonnige dagen bezocht door 500 tot 2000 bezoekers (Henkens et al, 2012). Zwemmen en zonnen is op deze dagen het meest populair. Sportvissers gebruiken vooral de westelijk gelegen strekdam die tegen de haven aanligt als vislocatie. Sportvisserij Zuidwest Nederland verwacht dat het om gemiddeld 1 tot 3 vissers per dag gaat met een sterke piek in de zomermaanden (persoonlijke communicatie sportvisserij Zuidwest Nederland). Het strand en het intergetijdengebied wordt door sportvissers gebruikt als handmatige spitlocatie, sportvisserij Zuidwest Nederland heeft hiervoor een vergunning (projectplan

Sophiastrand, 2012a). Deze organisatie verwacht dat gemiddeld 2 tot 5 pierenspitters per dag gebruik maken van de spitlocatie. Langs de dijken en duinen van Noord-Beveland wordt ook veel gewandeld en gefietst (Henkens et al, 2012).

Visserij

De Oosterschelde heeft een belangrijke functie voor visserij. De schelpdiervisserij is de belangrijkste visserij sector met een mosselperceel oppervlakte van ongeveer 1500 hectare. Daarnaast wordt er in mindere mate gevist op Platvis, Sprot, Garnaal, Kreeft, Harder, Aal en Ansjovis (Henkens et al, 2012). In de omgeving van de projectlocatie vinden geen grote professionele visserij activiteiten plaats. In het oosten van de projectlocatie ligt het dichtstbijzijnde mosselperceel. Op de private percelen ten oosten van het strand vinden ook kleinschalige mosselkweekactiviteiten plaats (Schrijver, 2011), zie ook Figuur 4.

Figuur 4: Visserij activiteiten en winlocaties in het projectgebied (Schrijver, 2011)



Natuur

De Oosterschelde is een belangrijk natuurgebied dat wordt beschermd door de Flora-en Faunawet en de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000. Het habitatype getijdengebied en slikken heeft een beschermde status, dit type habitat beslaat ongeveer 29.361 hectare in de Oosterschelde. Het slik bij het Sophiastrand valt ook onder deze beschermde status. Volgens de Flora- en Fauna wet is er zorgplicht voor zowel beschermde als onbeschermde dier- en plantensoorten, waaronder de rugstreeppad. Deze zijn in de flora- en faunawet opgenomen in de lijst met beschermde diersoorten. (Schrijver, 2011)

Vogels verkiezen de inlagen boven het slik bij het Sophiastrand, binnendijks zijn er ook broedplaatsen aanwezig van beschermde vogelsoorten. De Noordse Woelmuis komt niet voor in het gebied en zeehonden zijn in het gebied wel waargenomen, maar niet in grote hoeveelheden.

Uit vogeltellingen in 2010 blijkt dat de kwaliteit als foerageergebied voor vogels beperkt is door de hoge mate van verstoring. Vogels gebruiken vooral de inlaaggebieden en de polder als hoogwatervluchtplaats en broedgebied. In de nabijheid van het projectgebied is de Rugstreeppad aangetroffen. Deze soort overwintert in de duinen (Schrijver, 2011)

Cultuur-historische elementen

In de omgeving van het Sophiastrand bevinden zich geen belangrijke cultuur-historische. De gehele kuststrook van Noord-Beveland heeft wel cultuurhistorische waarde. Vooral de karakteristieke dijkbekleding (Haringman bekleding), haventjes en strekdammen worden gezien als elementen van waarde (Dorp, stad en land, 2008)

3.3. Referentie-alternatief: Dijkversterking

Een referentie-alternatief beschrijft de meest waarschijnlijke ontwikkeling bij voortzetting van het huidige beleid. In artikel 2.2. eerste lid van de Waterwet staat: 'De beheerder heeft te zorgen dat de primaire waterkering in een zodanige toestand verkeert dat de gemiddelde kans per jaar op overschrijding van de hoogste waterstand waarop deze waterkering moet zijn berekend, in overeenstemming is of kleiner is dan de desbetreffende overschrijdingskans'. De afgekeurde dijkvakken moeten wettelijk gezien dus worden versterkt, daarom bestaat het referentie-alternatief uit een standaard versterking van de dijkvakken. Grontmij heeft een concept-ontwerp gemaakt van de nieuwe benodigde steenbekleding, dit ontwerp sluit aan bij het ontwerp van de aangrenzende dijkvakken. De levensduur van dit ontwerp is 50 jaar.

Het ontwerp bestaat uit het aanleggen van een kreukelberm, het aanbrengen van breuksteen en gras. Een kreukelberm is een met stenen bestorte berm langs de teen van een dijk. De nieuwe kreukelberm zal bestaan uit een toplaag van breuksteen met daaronder geotextiel. De ondergrens van de kreukelberm zal liggen op NAP +1 meter en het wordt 5 meter breed en 0,7 meter dik.

Het stuk van de dijk dat boven het gemiddeld hoogwater (GHW) ligt zal opnieuw bekleed moeten worden. Dit wordt gedaan door breuksteen gepenetreerd met gietasfalt aan te brengen. Voorafgaand wordt op het stuk waar geen kalksteen aanwezig is, geotextiel neergelegd. De laag wordt 0,4 meter dik en zal een oppervlak van 16.000 m² beslaan. Hiervoor wordt de dijk blootgelegd door 60.000 m³ duin te ontgraven (Schrijver, 2011).

3.4. Projectalternatief: Versterken van de duinstrook

Het alternatief voor een standaard versterking van de steenbekleding is het versterken van de duinstrook door suppletie. Op deze locatie wordt dit in het projectplan gezien als het enige projectalternatief (RWS, 2012a). In het projectplan Sophiastrand wordt dit alternatief uitgebreid beschreven.

Een duin voor een dijk zorgt voor een verbetering van het waterkerend vermogen van een dijk. Het zand dat tijdens een storm van een duin afslaat, komt terecht op de vooroever van een dijk, de vooroever functioneert daardoor als een golfbreker en beperkt verdere afslag van de dijk. Tijdens rustige perioden wordt het zand weer naar de duinstrook getransporteerd. Oftewel hoe meer zand aanwezig is op de vooroever en het strand, hoe groter het waterkerende vermogen van de duinstrook.

Met het rekenmodel DUROS+ wordt de mate van afslag bepaald voor maatgevende stormen (een storm die elk jaar een kans van voorkomen heeft van 1:10.000). Er is gerekend met NAP +3,7 meter en een golfhoogte van 2,51 meter. De duinstrook voldoet als er nog zand voor de dijk ligt, dit is niet voor alle dijkvakken het geval. Om de duinstrook aan de veiligheidsnorm te laten voldoen is 7.500 m³ zand nodig. Het duin is echter ook onderhevig aan erosie, dit zorgt er voor dat de duinstrook na korte tijd weer onder de veiligheidsnorm zakt. Daardoor is extra zand nodig om de duinstrook voor bepaalde tijd op sterkte te houden. De te verwachten erosie is 4000 m³/jaar, samen met de 7.500 m³ en extra zand om de onzekerheid af te dekken betekent dit dat 139.500 m³ zand nodig is om de aankomende 25 jaar aan de norm te voldoen. Het volume wordt tot slot vermeerderd met 20% wanneer het zand wordt gewonnen uit de aanloop van de Noordland binnenhaven. Het uiteindelijk te suppleren volume komt uit op 162.600 m³. Om de dijk 50 jaar lang aan de veiligheidsnorm te laten voldoen, moet na 25 jaar een tweede suppletie worden uitgevoerd van 100.000 m³ (Schrijver, 2011; Projectbureau Zeeweringen, 2012a).

Figuur 5: Zandsuppletie Sophiastrand



De suppletie bestaat uit een duin-, strand en vooroeversuppletie (Figuur 5). Ongeveer 44 procent van het suppletievolume wordt gesuppleerd op de duinen, 37 procent op het strand en 13 procent op de vooroever (Tabel 1). De westelijke strekdam zal worden omgebogen om erosie te verminderen. De gemiddelde hoogwaterlijn schuift op waardoor het strand breder zal worden en er semipermanent beslag wordt gelegd op 4,16 hectare intergetijdengebied. De vooroever vermindert het intergetijdengebied met 2,26 hectare. Het zand voor de suppleties wordt gewonnen uit een gebied in de aanloop naar de Noordland binnenhaven, 2,9 km van het Sophiastrand en een gebied naast de Roompotgeul op 2 km van het Sophiastrand (Projectbureau Zeeweringen, 2012a).

Tabel 1: : Verdeling van het suppletiezand over duin, strand en vooroever op het Sophiastrand (Projectbureau Zeeweringen, 2012a).

Type	Oppervlak [ha]	Suppletievolume [x 1.000 m3]	Van - tot [NAP + m]
Duin	2,3	72	6,5-3,75
Strand	4,3	73	3,75-2,0/1,3
Vooroever	3	18	2,0/1,3 - bestaande vooroever

3.5. Kosten

De genoemde kosten zijn de geraamde kosten afkomstig uit het rapport Sophiastrand, duin of dijk als kering (Schrijver, 2011). Alle kosten zijn inclusief 21% BTW.

Vorbereidingskosten

Onder de voorbereidingskosten vallen de kosten die gemaakt worden voor de vergunningaanvragen, MER toetsen, programma met eisen m.b.t. de uitvoering, monitoringsplannen en overige voorbereidingskosten. Van het rijk mogen de voorbereidingskosten van een dijkversterking maximaal 15% van aanlegkosten zijn (zie de oude Wet op de Waterkeringen, artikel 2, eerste lid) meestal ligt dit rond de helft van dit percentage (ongeveer 7%). Voor het referentie-alternatief nemen we dit percentage als voorbereidingskosten voor standaard oplossingen, dit betekent dat de voorbereidingskosten van het referentie-alternatief rond de 105.000 euro liggen.

Voor het projectalternatief zullen de voorbereidingskosten hoger liggen, omdat het niet de standaard oplossing betreft. Dit betekent dat het voortraject langer kan zijn, omdat de effecten beter moeten worden onderzocht. Voor het projectalternatief wordt daarom aangenomen dat ongeveer 10% van de aanlegkosten voorbereidingskosten betreffen.

	Referentie-alternatief	Projectalternatief
Vorbereidingskosten	€ 105.000	€ 112.300

Uitvoeringskosten

Onder de uitvoeringskosten vallen alle kosten die bij de daadwerkelijke uitvoering van het project gemaakt worden, onder andere voor de zandsuppletie. Onder de uitvoeringskosten van de dijkversterking vallen ook de staartkosten. Dit zijn de algemene kosten van de aannemer.

Om aan de veiligheidsnorm te voldoen zullen in het projectalternatief twee zandsuppleties worden uitgevoerd. De eerste vindt plaats bij aanvang van het project en de tweede na 25 jaar. In het rapport duin of dijk als kering zijn twee ramingen weergegeven, de raming op basis van een suppletievolume van 139.500 m³ is hier weergegeven (Schrijver, 2011). De geraamde kosten in het rapport bevatten nog niet de geplande 20% aan extra te suppleren zand. Als de kosten hiervan worden opgeteld resulteert dit in een raming van € 950.000 voor de eerste suppletie. Na 25 jaar vindt opnieuw een zandsuppletie plaats, deze kosten vallen echter onder beheer en onderhoud. De kosten voor het referentie-alternatief zijn gebaseerd op Schrijver (2011).

	Referentie-alternatief	Projectalternatief
Uitvoeringskosten	€ 1.500.000	€ 950.000

Kosten Beheer & Onderhoud

In de looptijd van het project is het voorzien dat er een eenmalige extra zandsuppletie noodzakelijk is om zandsuppletie op de juiste minimale hoogte te houden. De suppletie bedraagt 100.000 m³ en wordt geraamd op € 660.000 (Schrijver, 2011), en zal ongeveer 25 jaar na de projectrealisatie worden uitgevoerd. In de MKBA tabel worden deze opgenomen als onderhoudskosten in jaar 25, met een contante waarde van € 173.000. Andere kosten voor beheer en onderhoud zijn niet opgenomen. Er wordt aangenomen dat de andere kosten voor beheer en onderhoud niet onderscheidend zijn tussen de projectalternatieven.

	Referentie-alternatief	Projectalternatief
Kosten B&O	€0	€ 173.000

3.6. Maatschappelijke effecten

3.6.1. Veiligheid

Het referentie-alternatief en het projectalternatief 'versterken van de duinstrook' voldoen na de ingreep beide aan de veiligheidsnormering van 1/4000 jaar. Een lange levensduur van een project zorgt vaak voor extra veiligheid aan het begin van een project doordat bij de uitvoering van het project in één keer alvast genoeg gedaan, zodat er lange tijd geen extra investeringen nodig zijn. In het geval van het referentie-alternatief zal de overstromingskans dus kleiner zijn aan het begin van de levensduur, voor het projectalternatief zal dit in mindere mate ook het geval zijn. Voor het projectalternatief zal na 25 jaar een tweede zandsuppletie moeten worden uitgevoerd om de levensduur van 50 jaar te halen.

De baten van een hoger veiligheidsniveau worden normaal gesproken uitgedrukt in vermeden overstromingsschade, waarbij onderscheid kan worden gemaakt tussen materiele en immateriële schade. Aan de andere kan worden beargumenteerd dat bij projecten met een veiligheidsniveau boven de norm een overinvestering is gedaan. Er zijn echter geen aanwijzingen dat de alternatieven significant in overstromingskans van elkaar verschillen. Het veronderstelde verschil in overstromingskans aan het begin van het project wordt daardoor niet gemonetariseerd.

3.6.2. Recreatie

Het referentie-alternatief en het project-alternatief verschillen sterk van elkaar wat betreft het effect op recreatie. Het referentie-alternatief heeft een neutraal tot negatief effect hebben op de recreatie, terwijl het project-alternatief een positief effect zal hebben. De autonome ontwikkeling wordt in beide alternatieven hetzelfde verondersteld en zal dus niet leiden tot een verschil in baten.

Referentie-alternatief

Tijdens de uitvoeringsfase zal de dijkverbetering overlast veroorzaken voor het achterliggende vakantiepark. De ontgraving van 60.000 m³ duin heeft tot gevolg dat graafmachines en werkverkeer

op ongeveer 35 meter afstand van de eerste rij bungalows, caravans en tenten bezig zullen zijn. Dit moet buiten het stormseizoen gebeuren en daardoor in een druk bezette periode van het vakantiepark, dit zal vergelijkbaar zijn met de tijdsperiode (april – oktober) waarin de dijkversterking van het aanliggende dijkvak Vliete – Thoornpolder is uitgevoerd. Vakantiegers zullen hier tijdens de werkzaamheden hinder van ondervinden. Verder zal de duinstrook tijdelijk niet toegankelijk zijn voor toeristen en moet het landschap de eerste jaren herstellen (Schrijver, 2011). Op langere termijn zal de autonome erosie het strand- en slikoppervlak verder verkleinen, dit zal een negatief effect hebben op het aantal bezoekers. De verwachting is dat dagrecreanten vanuit de omgeving, net zoals in de huidige situatie, zeer beperkt gebruik zullen maken van het Sophiastrand, het overgrote deel van de bezoekers zal dus afkomstig zijn van het Roompot Beach Resort of de daarbij gelegen Sophiahaven.

Box 1: Toerisme op Noord-Beveland

Toeristische cijfers

Om een beter beeld te krijgen van de toeristische sector op Noord-Beveland worden hier een aantal toeristische cijfers gepresenteerd. Het huidige aantal toeristen op de Bevelanden en Tholen is gezamenlijk 232.000 per jaar, deze toeristen verblijven in totaal 1.282.000 nachten in het gebied. De gemiddelde besteding van toeristen op Zuid Beveland en Tholen was in het jaar 2011-2012 gemiddeld € 34 per persoon per dag. De werkgelegenheid in de toeristische sector bedraagt in Bevelanden en Tholen 2390 banen in 2012 (Kenniscentrum Kusttoerisme, 2012).

De volgende tabel laat het aantal gasten, overnachtingen en aantal slaapplekken zien van verblijfsaccommodaties in heel Zeeland.

	Aantal	Slaapplekken	Gasten	Overnachtingen
Huisjesterreinen	96	26.066	527.200	2.703.800
Kampeesterreinen	283	87.690	464.800	2.961.800
Totaal aantal verblijfsrecreatieve accommodaties	626	124.606	1.036.900	5.793.700

(CBS-Statline, 2013)

De benutte capaciteit gedeeld door de beschikbare capaciteit is de bezettingsgraad van de vakantieparken. Als we er van uitgaan dat de huisjesterreinen het hele jaar open zijn dan is de beschikbare capaciteit $26.066 * 365 = 9.514.090$ slaapplekken. De bezettingsgraad van de huisjesterreinen is dan $2.703.800 / 9.514.090 = 28\%$ gemiddeld over het hele jaar. In de zomer is de bezettingsgraad een stuk hoger en kan oplopen tot gemiddeld 60%. Voor kampeesterreinen is de bezettingsgraad 9% gemiddeld over het hele jaar.

In het Roompot vakantiepark zijn ongeveer 1050 bungalows en 250 campingplaatsen met gemiddeld 4 bedden, dit zijn ongeveer 5200 slaapplekken. De bezettingsgraad over het jaar is voor huisjesterreinen in Zeeland gemiddeld 28% en voor kampeesterreinen 9%, dit betekent dat per dag gemiddeld 1266 recreanten aanwezig zijn in het vakantiepark. In de zomer zal dit een stuk meer zijn met als drukste maand augustus. Aan de hand van deze cijfers ligt het aantal overnachtingen ongeveer op 462.090 per jaar (zie ook Box 1).

Hinder door werkzaamheden zal het aantal bezoekers verminderen, uitgaande van andere dijkversterkingsprojecten in het gebied duren de werkzaamheden waarschijnlijk 6 tot 7 maanden en vinden voornamelijk plaats in de lente, zomer en herfst. Ongeveer 75 procent van de toeristen bezoeken het gebied in de maanden wanneer de werkzaamheden zouden plaatsvinden. In de

maanden juni, juli en augustus is er een beperktere keuze aan substitutiemogelijkheden in de omgeving. Ook zullen buitenlandse toeristen een andere locatie dan Zeeland kunnen gaan kiezen.

We nemen aan dat het aantal toeristen met ongeveer evenveel afneemt als bij het projectalternatief 'versterken van de duinstrook', ondanks dat de werkzaamheden ingrijpender zijn voor de omgeving. Dit betekent een afname van ongeveer 40%. Een klein deel zal verblijven op een andere locatie in de omgeving (vooral buiten de zomermaanden, door de grotere substitutiemogelijkheden in deze seizoenen). Daarom wordt een netto afname van 20% voorspeld, oftewel ongeveer 92.418 overnachtingen. Wanneer dit wordt vermenigvuldigd met de gemiddelde besteding van € 34 per nacht en wordt vermenigvuldigd met 80% komen we uit op een eenmalige schadepost van € 2,53 miljoen. Er wordt vanuit gegaan dat niet alle uitgaven ten goede komen aan de economie, daarom is een factor van 80 % gehanteerd. In deze schadepost zitten ook de kosten van een verminderde ruimtelijke kwaliteit gedurende deze periode.

De eerste jaren zal de duinstrook moeten herstellen, waardoor de landschappelijke kwaliteit zal verminderen. Dit heeft invloed op de belevingswaarde van toeristen, waardoor deze de eerste jaren zal afnemen. Verkleining van het strandoppervlak zal op den duur ook invloed hebben op het aantal bezoekers van het strand en de recreatieve activiteiten die op het strand uitgeoefend kunnen worden. Om een strand matig tot redelijk intensief te gebruiken is een strandbreedte van meer dan 60 meter vanaf de duinvoet gewenst. Voor rustig recreatief gebruik ligt de minimale strandbreedte op 25 meter (Decisio, 2011). De huidige strandbreedte ligt tussen de 19 en 30 meter (Schrijver, 2011), bij verdere erosie (versterkt door de zandhonger) zal bijna nergens de minimale breedte van 25 meter worden behaald. De verwachting is dat daardoor het aantal toeristen in het Roompot vakantiepark zal afnemen. In de buurt van de projectlocatie zijn (voornamelijk) buiten het hoogseizoen voldoende substitutiemogelijkheden. De afname van het aantal toeristen zal dus gedeeltelijk worden opgevangen door vakantieparken in de omgeving. De verwachting is dat daarom het aantal toeristen in Zeeland minder afneemt dan in het vakantiepark. We nemen aan dat er een netto afname van het aantal recreanten zal optreden van 0,05% in de eerste 10 jaar en daarna zal deze totale afname van 0,5%¹ stand houden. Dit betekent dat de economische waarde met ongeveer € 830.000 (NCW) afneemt. Mogelijk treed er hierdoor ook een algemene waardedaling plaats van de vakantiewoningen op, maar deze is niet meegenomen in de analyse omdat we verwachten dat deze afname niet significant zal zijn.

Een verkleining van het areaal aan slikken heeft ook effect op de particuliere pierenspitters, de verwachting is dat de opbrengst licht zal afnemen. Wind- en kite-surfers hebben vooral belang bij ondiepe wateren, zodat ze makkelijk kunnen afstappen. Erosie en een afname van slikken zal dit gebied minder aantrekkelijk maken voor deze groep recreanten. Deze negatieve baten worden niet apart meegenomen, omdat deze al is meegenomen in de verwachte afname van het aantal bezoekers.

Projectalternatief 'Versterken van de duinstrook'

Het versterken van de duinstrook zorgt voor verbreding van het strand (naar 25 tot 57 meter breed afhankelijk van het verdelingsvak) en verbreding van de duinen. Ongeveer 4.16 hectare intergetijdengebied wordt bedekt door het nieuwe strand en duin (Schrijver, 2011). De verbreding

¹ De verwachte waardedaling zonder substitutie-effect is 1%.

van het strand zorgt er voor dat het strand overall geschikt is voor rustig recreatief gebruik. Het biedt ruimte aan meer recreanten en meer recreatieve activiteiten dan in het referentie-alternatief. De waarde van het achterliggende vakantiepark wordt hierdoor vergroot. Meer recreatie mogelijkheden en hogere landschappelijke kwaliteit zal de huizenprijzen in het park doen stijgen. Deze studie gaat uit van een eenmalige extra stijging in jaar 1 van de huizenprijzen van gemiddeld 1% van de marktwaarde. Op dit moment staan er huizen op het vakantiepark te koop variërend van 169.000 tot 395.000 kosten koper. De prijzen van de meeste huizen liggen rond de 250.000 euro. Ongeveer 1050 (vakantie) huisjes staan in het park, inclusief de huisjes rond de Roompot Marina haven (Roompot Beach Resort, 2013). Uitgaande van de meest voorkomende huisprijs resulteert dit in een contante waarde van deze batenpost van ongeveer € 2,6 miljoen.

De toename aan recreatiemogelijkheden en de verbetering van de ruimtelijke kwaliteit zal het strand aantrekkelijker maken voor dagrecreanten en toeristen. De eerste 2 jaar zullen de stranden en de duinen nodig hebben om te herstellen en zal de ruimtelijke kwaliteit nog niet maximaal zijn. Door de verwachte erosie van 4000 m³/jaar zal na de suppletie de strandbreedte langzaam afnemen, waardoor na 25 jaar een nieuwe suppletie moet worden uitgevoerd. We gaan ervan uit dat dit na ongeveer 15 jaar effect zal hebben op het toerisme. Hierdoor is onze voorspelling dat de eerste twee jaar het aantal toeristen met 0,5% toeneemt, waarna het 15 jaar constant blijft en vervolgens afneemt tot het iets meer dan het huidige aantal. We nemen aan dat na de tweede suppletie hetzelfde proces zich herhaalt. Het toegenomen aantal toeristen in het vakantiepark zal gedeeltelijk afkomstig zijn uit naburige vakantieaccommodaties. We verminderen hierdoor de baten met 50%. De totale uitgaven van toeristen zullen niet in zijn geheel bijdragen aan de economie van Nederland, we gaan ervan uit dat 80% van de berekende omzetverhoging als baten meegenomen kunnen worden. Wanneer dit allemaal wordt meegenomen komen we uit op een netto contante waarde van ongeveer 900.000 euro.

Een breder strand biedt ook ruimte voor strandhuisjes, vakantiepark Roompot plant na de duinversterking de bouw van 40 strandhuisjes (zie hiernaast voor een 'artist impression' van de strandhuisjes). De huizen kosten 125.000 euro inclusief inventaris, exclusief btw (bouwkosten geraamd op € 75.000, inclusief BTW). De netto huuropbrengst wordt geschat op 11.500 euro per jaar. De bruto huuropbrengst en de uitgaven aan beheer en onderhoud zijn niet bekend. Eigenaren moeten voor 20 jaar een huurcontract met Roompot afsluiten. De huisjes worden het hele jaar verhuurd, buiten de vakantieperiodes is eigen gebruik mogelijk (Vermeulen, 2013). In jaar 20 wordt er vanuit gegaan dat de huisjes nog steeds dezelfde waarde hebben (151.120 euro inclusief btw). Ondanks dat de huisjes na deze periode kunnen zijn afgeschreven, is de verwachting dat een stijging van de huizenprijs en de inflatie dit ruimschoots opvangt. De netto huuropbrengst van de huisjes kan helemaal worden toegeschreven aan de verbreding van het strand, dit betekent een batenpost van 556.600 euro inclusief btw per jaar, oftewel een netto contante waarde van 4,97 miljoen euro (NCW opbrengsten minus bouwkosten).



Watersporters zullen voordeel ondervinden van de duinversterking. Het verhang vanaf de gemiddelde hoogwaterlijn wordt flauwer, waardoor een bredere ondiepe water zone ontstaat (Schrijver, 2011). Dit betekent een aantrekkelijker gebied voor met name windsurfers en kitesurfers.

Het ombuigen van de westelijk gelegen strekdam zorgt voor een vergroting van de toegankelijkheid van het visgebied bij hoogwater. De verkleining van het intergetijdengebied zal echter zorgen voor een verkleining van het zee-aas spitareaal. De baten van een aantrekkelijker gebied voor windsurfers, kite-surfers en sportvissers zitten grotendeels verwerkt in de baten van een toename van het aantal recreanten. Om dubbel telling te vermijden wordt deze baat niet apart meegenomen.

De werkzaamheden zullen grotendeels buiten het recreatieseizoen plaatsvinden, zodat hinder wordt beperkt. Het zand zal voornamelijk via het water worden aangevoerd, zodat het vakantiepark relatief weinig hinder zal ondervinden. De werkzaamheden duren 5 maanden en starten in november (Schrijver, 2011). Het strand is gedurende de uitvoeringswerkzaamheden ontoegankelijk. Dit zal ongeveer 15 procent van het jaarlijks aantal bezoekers treffen (ongeveer 80.000 bezoekers) (Kenniscentrum kusttoerisme, 2012). De verwachting is dat hiervan het aantal bezoekers met 40% afneemt. Wel zal dit grotendeels opgevangen worden door andere recreatieparken in de omgeving (wegens de lage bezettingsgraad in de winterperiode is dit goed mogelijk). Wanneer rekening wordt gehouden met dit substitutie-effect wordt een afname van 10% voorspeld. Dit resulteert in een eenmalige schadepost van € 217.600² als contante waarde.

Tabel 1: MKBA-tabel voor recreatie Sophiastrand

Effect	Fysieke effecten	Welvaartseffecten	Referentie-alternatief Dijkversterking	Projectalternatief 'Versterken van de duinstrook'
Recreatie	Verandering watersportmogelijkheden - Windsurfen - Kitesurfen	- Verandering omzet Xschool	0	0
	Verandering strandrecreatie/landschappelijke waarde	- Verandering waarde Vakantiepark/Camping	0	€ 2,6 miljoen
		- Waarde strandhuisjes - Verandering aantal toeristen	0 -€ 830.000	€ 4,97 miljoen € 897.000
	<u>Sportvisserij</u> Verandering spitmogelijkheden	- Verandering spitopbrengst - Verandering aantal recreatieve vissers/pierenspitters	Opgenomen in verandering aantal toeristen	Opgenomen in verandering aantal toeristen
Hinder tijdens aanleg	- Verandering aantal toeristen	- € 2,53 miljoen	- € 217.600	

3.6.3. Natuur

Het huidige recreatief gebruik (honden uitlaten, wandelen, ruiters, watersport) werkt verstorend op de huidige natuurwaarden rond het Sophiastrand. Een dijkversterking of een zandsuppletie hebben mede daardoor relatief weinig effect op de natuurwaarde van het Sophiastrand. Mogelijke verandering in aantal recreanten door een verandering van de vaak aan natuurwaarde gerelateerde landschappelijke waarde is opgenomen in de batenpost recreatie. De effecten en baten voor de natuur zijn weergegeven de **tabel**.

² Dit bedrag is berekend door de verwachte vermindering van het aantal bezoekers te nemen (8000) en te vermenigvuldigen met de gemiddelde uitgave per toerist (8000*(€34*0,8). Verwacht wordt dat 80% van verwachte besteding binnen Zeeland terecht komt.

Referentie-Alternatief: Dijkversterking

Een traditionele dijkversterking zal de huidige situatie grotendeels in stand houden. Het areaal aan intergetijdengebied blijft vooralsnog in stand, op den duur krijgt men met dit alternatief wel te maken met de gevolgen van zandhonger. Door erosie van het strand en terugtrekkende duinen zal het areaal intergetijdengebied licht toenemen. Hoewel duinen geen beschermde habitat in de Oosterschelde vormen, draagt het in stand houden van de (terugtrekkende) duinen en het strand voor de dijk wél bij aan de diversiteit van het landschap. Op dit moment is de hele duinstrook begroeid met duingras en struweel. De langzame erosie van het strand en de terugtrekkende duinen zijn ten gunste van planten die van dijkbeekleding houden en de flora en fauna van de slikken.

Een traditionele dijkversterking zal vrijwel geen effect hebben op de soorten en hoeveelheid vogels in het gebied.

Tijdens de aanleg van de dijkversterking zal de natuur in het projectgebied tijdelijk hinder ondervinden. De rugstreeppad overwintert in de duinen, bij een dijkverbeteringsproject moeten maatregelen worden getroffen om deze pad te beschermen.

Projectalternatief 'Versterken van de duinstrook'

Bij de voorgenomen zandsuppletie wordt ca. 5,6 ha intergetijdengebied bedekt, waarvan 4,6 ha door strand en duin en 1 ha door de aansluiting op de huidige vooroever. Dit is maar een heel klein gebied ten opzichte van het huidige areaal aan intergetijdengebied in de Oosterschelde. Het intergetijdengebied zal opschuiven van de dijk af, waardoor areaal van het habitatype open water verloren gaat. Hierdoor zal de zandsuppletie bijdragen aan het verminderen van de zandhonger in de Oosterschelde.

Tijdelijk zal een verstoring van de vooroever, strand en duinen plaatsvinden. Na verloop van tijd zullen natuurlijke processen het duinlandschap verder vormen. Het is onbekend wat de huidige natuurwaarden zijn van duinen in de Oosterschelde en of deze veranderen door een suppletie.

De suppleties zullen hoogstwaarschijnlijk vrijwel geen effect hebben op de soorten en hoeveelheid vogels in het gebied.

De recreatiemogelijkheden van een breed strand zijn talrijker dan van een smal strand, het recreatief gebruik zal daardoor toenemen. De bouw van strandhuisjes, het uitvoeren van diverse watersporten en ander intensief gebruik van het strand kunnen bij een sterke toename een negatieve invloed hebben op de natuurwaarde. Op het Sophiastrand zijn echter geen unieke natuurwaarden aanwezig het effect zal dus gering zijn. Eventueel kunnen de strandhuisjes leiden tot een negatieve ruimtelijke waardering van het strand, al zijn er geen aanwijzingen dat dit op vergelijkbare locaties zo is.

Er is op dit moment geen significant negatief effect op natuurwaarden bekend door de zandwinning op de gebruikte locaties in de Oosterschelde. Daarom worden deze effecten niet meegenomen in de MKBA. Ook eventuele natuureffecten door de benodigde grondstoffenwinning voor de traditionele dijk worden niet meegenomen.

Tabel 2: (Natuur) waarden voor het Sophiastrand

Effecten	Fysieke effecten	Welvaartseffect	Referentie alternatief Dijkversterking	Project alternatief: Zandsuppletie
----------	------------------	-----------------	---	---------------------------------------

Natuur/ Ecologie	Verandering natuurtype		t>0: langzame erosie van strand en terugtrekking duinen en daardoor toename slikken/vooroever op deze locatie	T=0 tijdelijke verstoring vooroever, strand en duin door suppletie; t>0 verbreding van duin en strand, ten koste van 4,6 ha slikken. Natuurlijke processen kunnen hun gang gaan
	<u>Verandering Natura 2000 soorten/Habitat-Vogelrichtlijn</u> Verandering in soorten en aantallen Vogels		Verdwijnen van strand en duinen heeft waarschijnlijk nauwelijks effect op vogels	Suppletie van strand en duinen zal waarschijnlijk nauwelijks effect hebben op vogels
	Verandering kwaliteit/kwantiteit overige Biodiversiteit		Langzame erosie van strand en terugtrekking duinen; ten gunste van planten die van dijkbekleding houden en flora en fauna van de slikken	

3.6.4. Cultuurhistorie

Uit de bronnen Cultuurhistorische Hoofdstructuur en het rapport Cultuurhistorie aan de Oosterscheldedijken blijkt dat de dijk een zeer lage archeologische verwachtingswaarde heeft. De duinen, het strand, de vooroever en winlocaties hebben een middelhoge archeologische verwachtingswaarde. In gebieden met deze verwachtingswaarde is het verboden om de bodem dieper dan 30 cm onder het oppervlak te verstoren. Bij dijkverbetering is hier sprake van. Volgens het rapport Cultuurhistorie aan de Oosterscheldedijken zijn er geen bijzondere elementen aanwezig die door het project geraakt kunnen worden. Daarnaast is de locatie met meer zand bedekt dan weggehaald zal worden. Dijkverbetering zal dus geen invloed hebben op de cultuur-historische waarde van het gebied. Ook het versterken van de duinstrook zal geen effect hebben op de cultuur-historische waarde.

3.6.5. Visserij

Dicht bij de projectlocatie vindt geen grootschalige professionele visserij plaats. Ten oosten van de projectlocatie liggen twee private percelen waar mosselkweekactiviteiten plaatsvinden. De (schelpdier)visserij activiteiten vinden gespreid over het jaar plaats. Een dijkverbetering zal geen gevolgen hebben voor die activiteiten. Daarentegen kan het versterken van de duinstrook nadelige effecten tot gevolg hebben. De baggerlocaties liggen verder van het strand vandaan, dichtbij grootschalige mosselpercelen. Door baggeren en suppleren kan sediment in suspensie raken, hetgeen effect kan hebben op de voedselbeschikbaarheid en daarmee het rendement van mosselen op omliggende percelen. Echter, de resultaten van de studie 'Proefsuppletie Galgenplaat Oosterschelde monitoring effect op productiviteit van mosselpercelen (Mesel et al, 2009)' laten zien dat geen negatief effect van bagger- en suppletiewerkzaamheden op de groei en ontwikkeling van mosselen in de omgeving wordt waargenomen. Als er voorzorgsmaatregelen worden genomen, zoals baggeren bij afgaand tij kunnen de mogelijke effecten verder worden beperkt. De verwachting is daarom dat de mosselpercelen geen schade zullen ondervinden.

3.7. MKBA tabel

Uit de MKBA tabel in Tabel 2 blijkt dat het projectalternatief een veel hogere bijdrage heeft aan de maatschappelijke welvaart dan het referentiealternatief. De Netto Contante Waarde (NVW) van het projectalternatief is € 7,15 miljoen tegen een NCW van -€ 5,8 miljoen voor het referentiealternatief. Dit grote verschil in NCW wordt voornamelijk veroorzaakt door het grote verschil in effect op de

recreatie, met name voor de mogelijkheden voor toename van de verblijfsrecreatie op het Sophiastrand. Tevens zijn de uitvoeringskosten voor het projectalternatief iets lager (€ 1,2 miljoen resp. € 1,6 miljoen) en zijn de welvaartkosten voor hinder tijdens de uitvoering voor het referentiealternatief aanmerkelijk hoger dan voor het projectalternatief (€ 3,1 miljoen resp. € 0,3 miljoen) door het ongunstige tijdstip van uitvoering van het referentiealternatief.

Uit de MKBA tabel blijkt dat het projectalternatief met het garanderen van de veiligheid door middel van zandsuppletie op de vooroever is te verkiezen boven een traditionele dijkversterking.

Tabel 2: MKBA Tabel Sophiastrand

Effect	Fysieke effecten	Welvaartseffecten	Referentie Alternatief dijkversterking	Projectalternatief Versterken van de duinstrook'
Vorbereidings kosten			€ 105.000	€ 112.300
Uitvoerings kosten			€ 1.500.000	€ 950.000
Kosten Beheer en onderhoud			€ 0	€ 173.000
Sub-Totaal Kosten			€ 1.605.000	€ 1.235.300
Recreatie	Verandering watersportmogelijkheden - Windsurfen - Kitesurfen	- Verandering omzet Xschool	Opgenomen in strandrecreatie	opgenomen in strandrecreatie
	Verandering strandrecreatie/landschappelijke waarde	- Verandering waarde Vakantiepark/Camping - Waarde strandhuisjes - Verandering aantal toeristen	0 0 -€ 830.000	€ 2.600.000 € 4.970.000 € 897.000
	<u>Sportvisserij</u> Verandering spitmogelijkheden	- Verandering spitopbrengst - Verandering aantal recreatieve vissers/pierenspitters	Opgenomen in verandering aantal toeristen	Opgenomen in verandering aantal toeristen
	Hinder	- Verandering aantal toeristen	-€ 2.530.000	-€ 217.600
Natuur			Opgenomen in verandering aantal toeristen	Opgenomen in verandering aantal toeristen
Veiligheid			0	0
Visserij			NVT	NVT
Sub-Totaal Baten			- € 3.360.000	8.249.000
TOTAAL			- € 4.965.000	7.004.100

3.8. Gevoeligheidsanalyse

Een gevoeligheidsanalyse helpt om de robuustheid van de uitkomsten te duiden. Een uitkomst is robuust wanneer met andere aannames of uitgangspunten hetzelfde resultaat wordt verkregen. In de studie zijn een aantal aannames gedaan die het kosten-baten saldo en daardoor mogelijk de rangorde van de alternatieven doet veranderen.

De hoogte van de discontovoet is van invloed op de kosten en baten die in de toekomst plaatsvinden. De analyse zal daarom ook worden doorgerekend met een discontovoet van 2,5% (de discontovoet zonder risico-opslag) en van 7%.

Tabel 3: Gevoeligheidsanalyse van de kosten en baten van het referentie-alternatief en het project-alternatief van Sophiastrand waarbij een discontovoet van 2,5% en 7% is meegenomen.

Effect	Fysieke effecten	Referentie Alternatief	Project-alternatief	Referentie Alternatief	Project-alternatief
Discontovoet		2,5%	2,5%	7%	7%
Vorbereidings kosten		€ 105.000	€ 112.300	€ 105.000	€ 112.300
Uitvoerings kosten		€ 1.500.000	€ 950.000	€ 1.500.000	€ 950.000
Kosten Beheer en onderhoud		€ 0	€ 347.000	€ 0	€ 113.600
Subtotaal Kosten		€ 1.605.000	€ 1.409.300	€ 1.605.000	€ 1.175.900
	Verandering strandrecreatie/ landschappelijke waarde	0 0 -€ 1.520.000	€ 2.600.000 € 8.220.000 € 1.450.000	0 0 -€ 644.000	€ 2.600.000 € 3.850.000 € 742.000
	Hinder	-€ 2.530.000	-€ 217.600	-€ 2.530.000	-€ 217.600
Veiligheid		0	0	0	0
Visserij		NVT	NVT	NVT	NVT
Subtotaal Baten		- € 4.050.000	€ 12.052.000	- € 3.174.000	€ 6.974.000
TOTAAL		- € 5.655.000	€ 10.643.000	- € 4.779.000	€ 5.798.000

De **bovenstaande tabel** laat zien dat een andere discontovoet niet tot een andere conclusie leidt. Een hogere discontovoet zorgt voor een kleiner verschil tussen het referentie alternatief en het projectalternatief, maar het project alternatief blijft positiever scoren.

In de analyse van het Sophiastrand is aangenomen dat een substitutie-effect optreedt van ten minste 50% (afhankelijk van het seizoen). Het is onzeker in welke mate een substitutie-effect zal optreden, mogelijk kunnen vakantieparken in de omgeving het extra aantal vakantiegangers in zijn geheel opvangen. Een andere mogelijkheid is dat vakantiegangers een specifieke voorkeur hebben voor dit vakantiepark, waardoor geen substitutie-effect optreedt. Wanneer dit wordt meegenomen

in de gevoeligheidsanalyse wordt het verschil tussen de baten van het referentie-alternatief en het project alternatief groter zonder substitutie-effect en kleiner met volledige substitutie. De rangorde van alternatieven verandert hier echter niet door.

Baten	Referentie-alternatief	Project-alternatief
Huidig	- € 3.360.000	€ 8.249.000
Met volledige substitutie	€ 0	€ 7.570.000
Zonder substitutie effect	-€ 6.720.000	€ 8.493.600

Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat de uitkomsten van de studie van het Sophiastrand robuust zijn. Wanneer wordt gevarieerd in de aannames blijft de rangorde van alternatieven constant.

4. Oesterdam

4.1. Korte probleemanalyse

Door zandhonger neemt de oppervlakte en de droogvaltijd van platen, slikken en schorren in de Oosterschelde af. Daarnaast verkleint het oppervlak van het intergetijdengebied. Dit kan negatieve effecten hebben op de natuur, veiligheid, landschap en economie.

Zandhonger zorgt voor een verkleining of zelfs het verdwijnen van vooroevers, dit zorgt voor een veiligheidsrisico. Door de afname van het areaal aan platen, slikken en schorren zal de natuurlijke habitat voor een aantal diersoorten afnemen. Daarnaast zal de afwisseling in het landschap van de Oosterschelde afnemen en kunnen de vaargeulen dichtslibben. In een poging om deze effecten te verminderen is het proefproject 'Veiligheidsbuffer Oesterdam' opgezet. Het project richt zich op de planontwikkeling, aanleg en monitoring van een innovatieve en veilige primaire zeewering. De doelstelling is om een oplossing voor het zandhongerprobleem ter plaatse van de Oesterdam aan te pakken, een oplossing die duurzaam en veilig is te ontwikkelen en bij te dragen aan kennisontwikkeling en verbetering van het kustmanagement. Om aan de doelstellingen te voldoen zal een zandsuppletie worden uitgevoerd en zullen oesterriffen worden aangelegd. Het project is geïnitieerd door Natuurmonumenten in samenwerking met Rijkswaterstaat Zeeland en de Provincie Zeeland (Coalitie Natuurlijke Klimaatbuffers, 2012).

De zandsuppletie heeft ook een onderzoeksdoelstelling om de levensduur van zandsuppleties als maatregel tegen zandhonger te onderzoeken. Om inzicht te krijgen in de effecten van zandsuppletie is in 2008 door Rijkswaterstaat op de Galgeplaat een suppletie van 150.000m³ zand uitgevoerd. De effecten zijn nauwgezet gemonitord. De zandsuppletie bleek redelijk stabiel te blijven liggen, de droogvaltijd van de plaat nam toe (en daarmee de foerageertijd van de vogels). In de evaluatie bleek tevens dat de her-kolonisatie van de slikken en platen door bodemdieren positief verloopt (Holzhauer & Van der Werf, 2009).

De suppleties bij de Oesterdam en het Sophiastrand vormen in feite een vervolg op de veldexperimenten op de Galgeplaat en de Schelpenhoek. Monitoring van de effecten zal bijdragen tot meer kennis en inzicht in de effectiviteit en mogelijk neveneffecten van de suppleties. Om de projectalternatieven goed met elkaar te kunnen vergelijken zijn de kosten van het project die voor het onderzoeksgedeelte worden gemaakt niet meegenomen. Ook eventuele baten van het onderzoeksdeel zijn niet meegenomen.

4.2. Huidige situatie

4.2.1. De projectlocatie

De projectlocatie bevindt zich aan de oostzijde van de Oosterschelde (Figuur 6), aan de westelijke zijde van de Oesterdam. De Oesterdam vormt de oostelijke grens van de Oosterschelde en bevindt zich ten westen van Bergen op Zoom en ten zuiden van Tholen. Het projectgebied ligt aan de zuidelijke kant van de Oesterdam, tussen de schorren van de Rattekaai (dijkpaal 118,4) en de noordelijke rand van de Hooghe Kraaijer (dijkpaal 115,2) (Projectbureau Oesterdam, 2012b). De Oesterdam is in 1986 aangelegd en is onderdeel van de deltawerken. Het is een b-kering, het verbindt waterkeringen uit de categorie a of c en keert direct het buitenwater. Om de veiligheid van

de Oesterdam te waarborgen, is de glooiing van de dijk in 2012 civieltechnisch versterkt (Coalitie Natuurlijke Klimaatbuffers, 2012).

Figuur 6: De suppletielocatie en de twee winlocaties (Rijkswaterstaat, 2012).



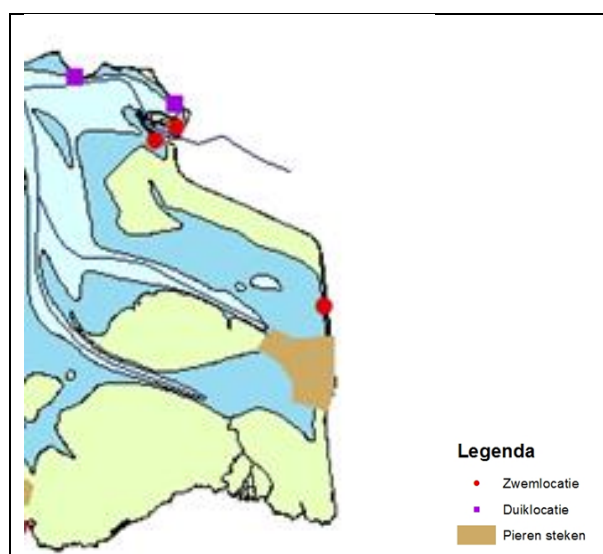
Het dijkprofiel van de Oesterdam is grotendeels vergelijkbaar met de standaarddijken rondom de Oosterschelde (zie Figuur 3). De ondertafel bestaat grotendeels uit koperslabblokken. De boventafel bestaat uit haringblokken met klei met daarboven vlakke blokken op klei met aansluitend doorgroeiënten. De kruinhoogte van de Oesterdam ligt gemiddeld op 6 meter boven NAP. De helling van het dijktafud ligt rond de 1:4. Op de Oesterdam ligt een asfaltweg (Arcadis, 2009).

4.2.2. De omgeving

Recreatie

Aan de Oosterschelde wordt veel gerecreëerd, langs de Oesterdam is dit in mindere mate ook het geval (Figuur 7). Op de dam ligt een fietspad, waarvan voornamelijk het noordelijke deel veel wordt gebruikt. In het noordelijk deel van de projectlocatie ten hoogte van de Bergsche Diepsluis ligt een strand waar ook wordt gewindsurft en gekitesurft. Verder noordwaarts aan de Oesterdam bevindt zich dagrecreatieterrein de Speelmansplaten. Op dit terrein en in de nabije omgeving zijn veel watersportmogelijkheden, zoals waterskiën, jetskiën, kanoën, waterfietsen, duiken,

Figuur 7: Recreatiegebieden Oesterdam



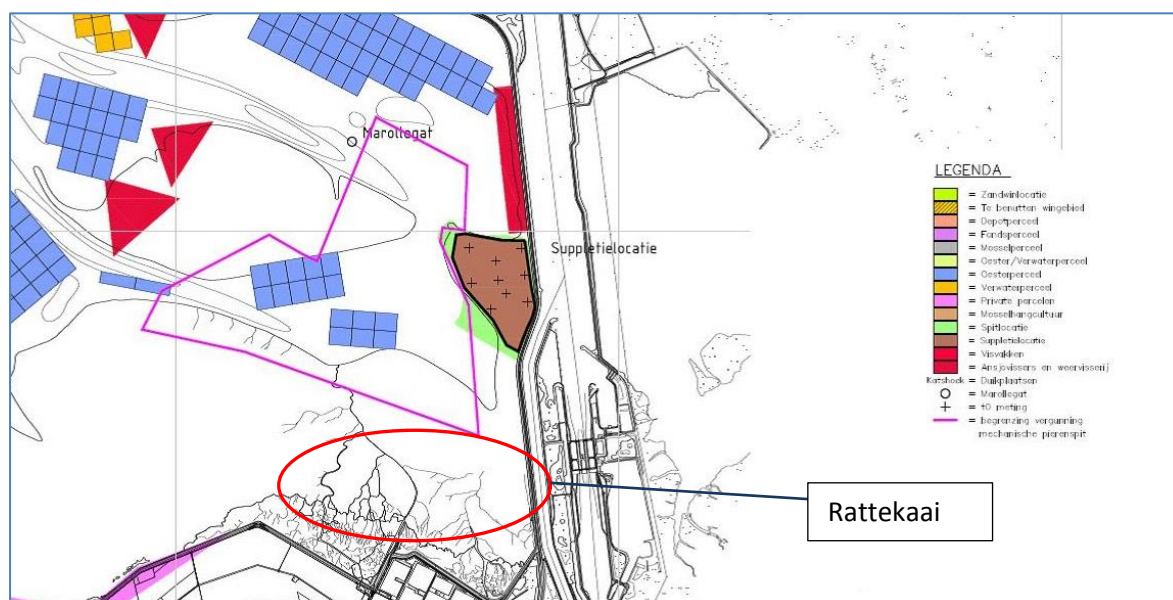
kitesurfen en windsurfen. Verder wordt de dam in de zomer door recreanten gebruikt als ligweide.

Aan de Oosterschelde kant van de Oesterdam is weinig vaarrecreatie, het aantal vaarbewegingen in de schelde-rijnverbinding ligt iets hoger. In het projectgebied ligt een spitlocatie, hier wordt door particulieren handmatig naar pieren gespuit (Henkens et al, 2012).

Visserij

In de gehele Oosterschelde is de (schelpdier)visserij een belangrijke sector, zo ook in het gebied direct ten westen van de Oesterdam. De weervisserij is hier nog steeds actief en er zijn een aantal oesterpercelen. Iets ten noorden van de projectlocatie ligt een permanent vistuigvak. Ten westen van de particuliere spitlocatie ligt een mechanisch aasspitgebied, waar bedrijfsmatig naar pieren wordt gespuit, zie ook **Figuur 8** (RWS & Witteveen + Bos, 2012).

Figuur 8: Visserij activiteiten in de omgeving van de projectlocatie (RWS & Witteveen + Bos, 2012).



Natuur

De Oesterdam bevindt zich in de kom van de Oosterschelde, dit is een zandig systeem met slikken en platen met een rijke bodemfauna. Rond 2045 zullen de slikken en platen in het noordelijk deel en middendeel van het projectgebied naar verwachting zijn 'verdronken' door de zandhonger van de Oosterschelde en zeespiegelstijging. Naar verwachting zullen de schorren van de Rattekaai (Figuur 8) vanwege hun beschutte ligging dan nog wel bestaan (van Zanten & Adriaanse, 2008).

De Oesterdam vormt een belangrijke hoogwatervluchtplaats voor een aantal vogelsoorten, waaronder de scholekster, bontbekplevier, groenpootruiter, steenloper, tureluur, bergeend en pijlstaart. Alleen de scholekster, groenpootruiter en bergeend komen in grotere aantallen voor (Arcadis, 2009). De laatste twee vogelsoorten hebben hun hoogwater vluchtplaats aan de binnenzijde van de dijk, de scholekster heeft zijn hoogwater vluchtplaats vooral ver ten noorden van het projectgebied. De rattekaai ten zuiden van de projectlocatie is een belangrijke habitat voor de scholekster en de zilverplevier. Iets ten westen van het projectgebied liggen wilde oesterbanken. De

zeehond heeft geen rustplaatsen nabij het projectgebied (Henkens et al, 2012). Ook overige beschermde diersoorten komen niet voor binnen het projectgebied.

Cultuur-historische elementen

De belangrijkste cultuur-historische elementen in het projectgebied zijn geclusterd in de Rattekaai ten zuiden van het projectgebied. De Rattekaai ligt tussen de schorren van het ‘Verdronken land van Zuid-Beveland’. De kern van het gebied is een landbouwhaventje, tevens Rijksmonument, uit 1856 dat is voorzien van steigers, meerpalen, muraltglooiing en een muraltmuurtje. Iets zuidelijker gelegen ligt een spuikom, met daarin een modern gemaal en een meer dan 100 jaar oud afwateringssluisje. De bekleding van de dijk bestaat uit de traditionele haringmanblokken en de bekleding van de haven uit het representatieve Vilvoordse steen, Haringman en muraltglooiing (Dorp, stad en land, 2008).

De Oesterdam zelf maakt deel uit van de Deltawerken en is daarom van grote cultuur-historische waarde. Op de dijk zelf zijn echter niet veel cultuur-historische elementen aanwezig. De dijk maakt voor een groot deel onderdeel uit van het verdronken land van Zuid-Beveland, de verdronken stadfundamenten van Reimerswaal liggen nu onder het asfalt van de Bergsche diepsluis (A).

Bij de recente dijkversterking is de toplaag van vlakke blokken met klei vervangen door waterbouwasfaltbeton en gekantelde haringmanblokken. De dijkbekleding vertegenwoordigt mede hierdoor geen cultuur-historische waarde (Arcadis, 2009).

4.3. Omschrijving alternatieven

De zandsuppletie bij de Oesterdam wordt uitgevoerd als studie met als doel inzicht te krijgen in de erosiebestendigheid van een zandsuppletie in de Oosterschelde en om inzicht te krijgen in het combineren van zandsuppleties voor het tegengaan van de natuureffecten van zandhonger en veiligheid door het verminderen van de golfaanval op een dijklichaam. Omdat in deze specifieke situatie de achterliggende dijk tegelijkertijd een versterking van de steenbekleding heeft gekregen, is de geplande zandsuppletie niet noodzakelijk vanuit het oogpunt van vermindering van de golfaanval op het dijklichaam. Wel heeft de zandsuppletie een effect op de levensduur van de steenbekleding. Om inzicht te krijgen in de bijdrage van de verschillende ontwerp bouwstenen binnen de MKBA hebben we er voor gekozen om naast de huidige realisatie ook een aantal “virtuele” ontwerpalternatieven op te nemen. Op deze manier geeft de MKBA niet alleen inzicht in de huidige uitvoering van het project, maar ook op mogelijke welvaartseffecten van innovatieve dijk concepten in het algemeen.

Op dit moment hebben we geen inzicht in eventuele andere faalmechanismen die spelen op de dijk ter hoogte van de projectlocatie. Deze zijn verder ook niet meegenomen binnen de MKBA. Wel kan het aanbrengen van een zandlichaam voor de dijk een positieve invloed hebben op bijvoorbeeld piping en macrostabiliteit van de dijk.

Binnen deze MKBA hebben we de volgende vier projectalternatieven geformuleerd:

- Referentie alternatief: Versterkte steenbekleding (huidige situatie, levensduur 50 jaar)
- Alternatief 1: Versterkte steenbekleding, levensduur 30 jaar, met herinvestering, restwaarde in 2050

- Alternatief 2: Versterkte steenbekleding, levensduur 50 jaar, veiligheidsbuffer door zandsuppletie
- Alternatief 3: Alleen veiligheidsbuffer door zandsuppletie (als vervanging van de versterkte steenbekleding)

4.3.1. Omschrijving referentie-alternatief

De oesterdam voldoet op dit moment aan de veiligheidsnormen, ook is er geen directe beleidsopgave voor natuur of andere soorten van gebruik. Voor dit project is het referentie-alternatief daarom de bestaande situatie, met de reeds uitgevoerde versterkte steenbekleding, waarin in alle tijden wordt voldaan aan de norm, maar waarin zandhonger een voortschrijdend probleem is.

Het zuidelijke en noordelijke deel van de Oesterdam is in respectievelijk 2012 en 2011 versterkt, de versterking heeft een geplande levensduur van 50 jaar. De aankomende 50 jaar is daarom in principe geen versterking nodig,

4.3.2. Projectalternatief 1: Versterkte steenbekleding met een levensduur van 30 jaar

Het lijkt erop dat de effecten van zandhonger niet voldoende zijn meegenomen in het ontwerp van de Oesterdam (monitoringsplan). In 2060 zal de golfbelasting naar verwachting op 79 procent van de dijkglooiingen in de Oosterschelde groter zijn dan is aangenomen bij het ontwerp. Aan de Oesterdam halen de meeste dijken de benodigde dikte van de steenbekleding bij de voorspelde golfbelasting in 2060, alleen rondom de Speelmansplaat kan bij een aantal dijken een klein tekort ontstaan (zie figuur 9). Of de dijken de vereiste veiligheid zullen bieden, hangt af hoe de overige omstandigheden zich gaan ontwikkelen. In het worst-case scenario neemt de gemiddelde levensduur van de steenbekleding af van 50 naar 30 jaar (Zanten & Adriaanse, 2008). De verkorting van de levensduur wordt daarom meegenomen in Alternatief 1.

Figuur 9: Ontwerp van de steenbekleding in vergelijking met de benodigde dikte van de steenbekleding bij de voorspelde golfbelasting in 2060 (Zanten & Adriaanse, 2008).



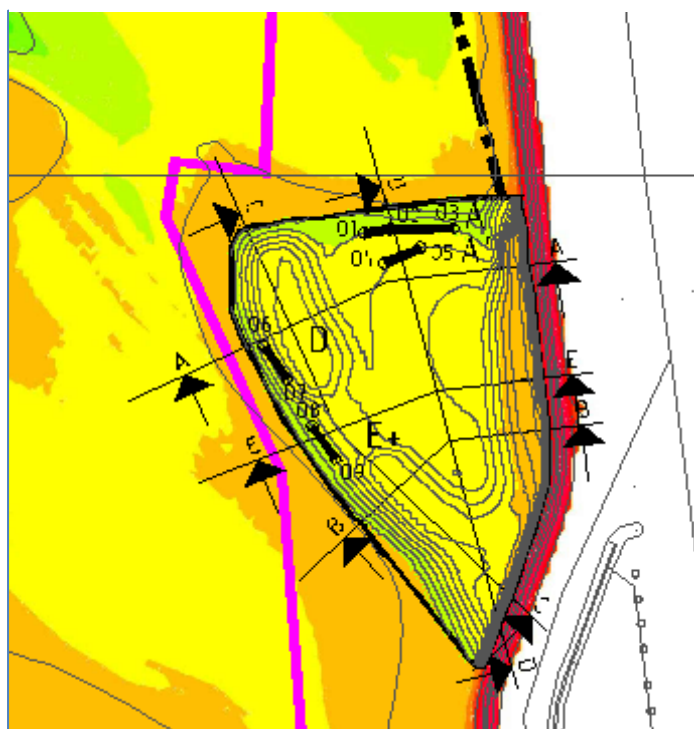
4.3.3. Projectalternatief 2: Veiligheidsbuffer + dijkversterking

Het tweede alternatief is de referentie situatie gecombineerd met het aanleggen van een veiligheidsbuffer. Het aanleggen van een veiligheidsbuffer voor de Oesterdam bestaat uit het opspuiten van zand in een haakvorm tegen de oesterdam en plaatsen van oesterriffen om erosie tegen te gaan. Het project heeft een tweeledig doel, het creëren van een veiligheidsbuffer voor de dijk en het tegengaan van de effecten van zandhonger. Daarnaast wordt binnen het project kennis ontwikkeld over de effecten van zandsuppletie op de veiligheid en zandhonger voor de toepassing op andere plaatsen in de Oosterschelde.

Tegen de Oesterdam wordt 450.000 m³ zand opgespoten met een relatief stijl talud (1:60). Als gevolg van de natuurlijke processen die spelen in de Oosterschelde zal het talud in een jaar tijd verflauwen naar ongeveer 1:200. Het zand wordt opgespoten vanuit een leiding en verder geprofileerd doormiddel van een shovel. De zandwinlocaties liggen bij Wemeldinge op ongeveer 16km afstand van de projectlocatie en het Lodijsche Gat op 8,5 km afstand van de projectlocatie. Vier oesterriffen worden aangelegd op verschillende plaatsen met verschillende afmetingen om enerzijds het binnen-gebied tegen golfaanval te beschermen en anderzijds de erosie te vertragen

door zand vast te houden. De verwachting is dat zonder deze riffen de overwegend zuidwesten wind het zand richting het noordoosten zal transporteren. De oesterriffen komen te liggen onder de gemiddelde waterstand (Figuur 10, Projectbureau Zeeweringen, 2012b). De oesterriffen zijn aangegeven doormiddel van zwarte staafjes en de letters A, D en E+.

Figuur 10: Locatie van de Oesterriffen



4.3.4. Projectalternatief 3: Veiligheidsbuffer

Het derde projectalternatief bestaat enkel uit de aanleg van de veiligheidsbuffer, dus zonder de al uitgevoerde dijkversterkingen. De veiligheidsbuffer heeft dezelfde specificaties als beschreven bij projectalternatief 2.

4.4. Kosten

De genoemde kosten zijn de geraamde kosten afkomstig uit het projectplan veiligheidsbuffer oesterdam (Projectbureau Zeeweringen, 2012b). Alle kosten zijn inclusief 21% BTW.

Vorbereidingskosten

Onder de voorbereidingskosten vallen de kosten die gemaakt worden voor de vergunningaanvragen, MER-toetsen, programma van eisen m.b.t. de uitvoering, monitoringsplannen en overige voorbereidingskosten. Voor het referentiealternatief zijn de voorbereidingskosten geraamd op 7% van de uitvoeringskosten geraamd. Voor projectalternatief 1 zijn de kosten van het referentiealternatief vermeerderd met de kosten voor het aanleggen van de veiligheidsbuffer. Voor de veiligheidsbuffer Oesterdam zijn € 196.000 aan voorbereidingskosten geraamd. Samen komt dat op een bedrag van € 450.100. Voor projectalternatief 3 zijn de voorbereidingskosten gelijk aan het referentiealternatief. Voor projectalternatief 3 hebben de voorbereidingskosten alleen betrekking op de veiligheidsbuffer, € 196.000.

	Referentie-alt.: Versterkte steenbekleding, 50 jaar	Projectalternatief 1: Veiligheidsbuffer & Steenbekleding	Projectalternatief 2: Versterkte steenbekleding, 30 jaar	Projectalternatief 3: Veiligheidsbuffer
Vorbereidingskosten	254.100	€ 450.100	€ 254.100	€ 196.000

Uitvoeringskosten

Onder de uitvoeringskosten vallen alle kosten die bij de uitvoering van het project zijn gemaakt. Voor het aanbrengen van versterkte steenbekleding (referentie-alternatief en projectalternatief 2) wordt in het rapport MKBA Levende Waterbouw (Royal Haskoning, 2011) de kosten geraamd op € 3.967.000 (inclusief BTW, exclusief voorbereidingskosten). Voor de veiligheidsbuffer die binnen projectalternatief 1 en 3 wordt uitgevoerd, zijn de uitvoeringskosten € 2.928.200 (Bureau Zeeweringen, 2012a). Binnen het project is er voor het uitvoeren van de monitoring van natuur, veiligheid en menselijk gebruik € 399.300 opgevoerd. Deze kosten hebben betrekking op de onderzoekscomponent van dit project en worden binnen deze MKBA niet meegenomen als uitvoeringskosten.

	Referentie- alternatief: Versterkte steenbekleding, 50 jaar	Projectalternatief 1: Veiligheidsbuffer & Steenbekleding	Projectalternatief 2: Versterkte steenbekleding, 30 jaar	Projectalternatief 3: Veiligheidsbuffer
Uitvoeringskosten	€ 3.967.000	€ 6.895.000	€ 3.967.000	€ 2.928.200

Kosten Beheer & Onderhoud

Als kosten voor beheer en onderhoud nemen we alleen die kosten mee die onderscheidend zijn tussen de projectalternatieven. Gebaseerd op de projectbeschrijving en het rapport MKBA Levende Waterbouw (Royal Haskoning, 2011) zijn er voor het referentie-alternatief, versterkte steenbekleding met een levensduur van 50 jaar, geen significante additionele kosten voor beheer en onderhoud. Voor projectalternatief 2, wanneer de levensduur van de steenbekleding wordt verkort van 50 naar 30 jaar, is er na 30 een herinvestering noodzakelijk van € 5.445.000 (CW € 970.000), dit

is inclusief de restwaarde³ in jaar 50. Voor de kosten van beheer en onderhoud voor de veiligheidsbuffer in projectalternatief 3 (klein onderhoud zandsuppletie en oesterriffen) is in dezelfde publicatie een inschatting gemaakt, ter hoogte van € 15.000/jaar (CW € 250.000). Voor de combinatie van de steenbekleding met de veiligheidsbuffer wordt ook deze € 250.000 aangehouden.

	Referentie-alternatief: Versterkte steenbekleding, 50 jaar	Projectalternatief 1: Veiligheidsbuffer & Steenbekleding	Projectalternatief 2: Versterkte steenbekleding, 30 jaar	Projectalternatief 3: Veiligheidsbuffer
Kosten Beheer en Onderhoud	€ 0	€ 250.000	€ 970.000	€ 250.000

4.5. Maatschappelijke effecten

4.5.1. Veiligheid

De veiligheidsaspecten van de verschillende alternatieven zijn niet expliciet in beeld gebracht. De steenversterkingen zijn noodzakelijk doordat de steenbekleding was afgekeurd. Er wordt vanuit gegaan dat zowel de steenversteving als de veiligheidsbuffer door middel van de zandsuppletie voldoende zijn vanuit oogpunt van de veiligheid. In principe heeft de gecombineerde uitvoering een hoger veiligheidsniveau, en daarmee een kleinere restschade. Helaas is geen informatie beschikbaar om de toegenomen veiligheid te bepalen en is de potentiële schade niet bekend, zodat het verschil in restschade niet monetair bepaald kan worden.

4.5.2. Recreatie

Op de locatie van de suppletie is er op het moment weinig recreatie activiteit. De meeste recreatie activiteiten zoals windsurfen, zwemmen en duiken vinden plaats in het noordelijk gelegen deel van de Oesterdam. Langs de dijk in het projectgebied vindt wel wat dagrecreatie plaats, dit is echter extensief. Het is niet de verwachting dat dit significant zal veranderen onder invloed van één van de projectalternatieven.

Wel zijn pierenspitgebieden in het projectgebied aanwezig. Verwacht wordt dat na een zandsuppletie de eerste jaren niet gespit kan worden. Na die tijd kan de opbrengst door een uitbreiding van de zandplaat toenemen. Om de pierenspitters te compenseren wordt een tijdelijk pierenspitlocatie aangewezen (Rijkswaterstaat, 2012). Ook tijdens de dijkversterking is de pierenspitlocatie niet toegankelijk en wordt een vervangend spitgebied aangewezen. Door de zandhonger zal de pierenspitlocatie op termijn in grote afnemen. Al met al is het niet waarschijnlijk dat de effecten op de spitlocatie (mede door het aanwijzen van een vervangende locatie) een significante bijdrage binnen de MKBA zullen hebben.

Verwacht wordt dat de recreatieve functies bij een zandsuppletie slechts zeer beperkt overlast zullen ondervinden van de werkzaamheden aangezien de baggerschepen alleen op afstand zullen passeren en sediment vanaf de suppletielocatie niet tot daar zal komen. Verder worden de winning en suppletiewerkzaamheden uitgevoerd in periodes waarin de recreatiedruk erg laag is. Wel treedt tijdens de uitvoering algemene hinder voor de scheepvaart op. Bij een versterking van de oesterdam

³ Aangenomen is dat de investering nog een restwaarde heeft van 33 % in jaar 50

zullen de fietspaden en de wandelpaden niet gebruikt kunnen worden (Projectbureau Zeeweringen, 2012b). Doordat de dijkversterking plaatsvindt in een seizoen waarin veel recreatie plaatsvindt, zal de (dag)recreant enige hinder ondervinden. De geringe recreatie op dit deel van de oesterdam zal makkelijk opgevangen kunnen worden door andere gebieden, dit zal dus geen significante negatieve invloed op het kosten-baten saldo hebben.

4.5.3. Natuur

Het project met de veiligheidsbuffer draagt bij aan het behoud van het unieke landschap met slikken en platen in de Oosterschelde. Het project Oesterdam draagt daarin bij door het creëren van natuurlijke systemen die de ruimte krijgen om zich te ontwikkelen naar dynamische intergetijden-natuur, en daarmee aan de beleidsdoelstellingen voor de KRW en Natura2000. Een intergetijdengebied heeft natuurwaarde voor o.a. bodemdieren en wadvogels. De bestaande optimale en logische zonering van natuur en recreatie wordt niet gewijzigd door het project.

De inschatting is dat zonder het project 80% van de functionaliteit van het huidige gebied van slikken zal zijn verdwenen over 30 jaar, terwijl met het project de functionaliteit juist zal toenemen. Het opwaarderen van de functionaliteit kost per hectare tussen de € 5.000 en € 25.000 (Van Zanten & Adriaanse, 2008). Binnen deze MKBA zijn we uitgegaan van een besparing van kosten van opwaardering van het intergetijdengebied van € 15.000 per hectare. Dit betekent een baat van € 1.125.000 (Contante Waarde) aan uitgespaarde opwaardering voor de 79 hectare van het projectgebied in geval van uitvoering van de veiligheidsbuffer. Voor de alternatieven met alleen een versterkte steenbekleding zal de kwaliteit van het intergetijdengebied nog verder afnemen. We nemen aan dat de herstelkosten daardoor nog verder zullen toenemen voor het gedegradeerde oppervlak tot € 25.000 per hectare. Dit betekent een additionele kostenpost van € 10.000 per hectare over het gedegradeerde deel van het intergetijdengebied. Bij een verlies van 80% van het intergetijdengebied betekent dit een jaarlijks verlies van ongeveer 5,5% van het resterende gebied per jaar tot 2045. Dit verlies is contant gemaakt wat een bedrag geeft van € 370.000 (CW).

Wat betreft de milieu-hygiënische en fysische kwaliteit van het te winnen zand dat gebruikt zal worden bij de uitvoering, betreft de Oosterschelde een onverdachte waterbodem. In het verleden hebben er geen verdachte activiteiten zoals lozingen door industrie plaatsgevonden. Ter plaatse van de Oosterschelde is niet of slechts licht verontreinigd materiaal aangetroffen. Op basis van het chemisch-analytisch onderzoek is de bodem in 2008 beoordeeld als zijnde 'vrij toepasbaar' en verspreidbaar in zout water (RWS, 2012).

De passende beoordeling welke is uitgevoerd concludeert dat er geen significant negatieve effecten op natura 2000-gebied Oosterschelde zijn door de realisatie van de veiligheidsbuffer. Er is alleen sprake van een tijdelijke verslechtering van leefgebied van aangewezen soorten voor de Oosterschelde. Op de lange termijn wordt het leefgebied vergelijkbaar en/of uitgebreid door de realisatie van het project. Tevens is op en nabij het suppletiegebied tijdens realisatie recreatie tijdelijk niet mogelijk. Na afloop kan het bestaande recreatief gebruik gecontinueerd worden.

4.5.4. Visserij

Rondom de projectlocatie vinden een aantal visserij-activiteiten plaats. Iets ten noorden is bijvoorbeeld de ansjovis- en weervisserij actief. Ten westen van de projectlocatie is een mechanisch pierenspitlocatie en zijn enkele visvakken en mosselpercelen.

Bij een dijkversterking kan gedurende een korte periode hinder optreden voor de dichtstbijzijnde visserij gebieden. Verwacht wordt dat dit effect zeer klein is en dit zal dus niet worden opgenomen in de MKBA.

De zandsuppletie zal mogelijk een zeer beperkt effect hebben op de visserij sector. Het rapport 'Proefsuppletie Galgenplaat Oosterschelde monitoring effect op productiviteit van mosselpercelen' heeft geen negatief effect van bagger- en suppletiewerkzaamheden op de groei en ontwikkeling van mosselen in de omgeving aangetoond. De verwachting is dat voor oesters hetzelfde geldt. In deze studie wordt aangenomen dat de schelpdiersector geen schade zal ondervinden door de suppletie. Een viertal oesterriffen zal worden aangelegd, mogelijk kan de visserij op den duur van deze oesterriffen meeprofitieren.

De ansjovis visserij en de weervisserij kunnen tijdelijk hinder ondervinden door in suspensie geraakt zand. Dit zal echter beperkt worden doordat bij een zandsuppletie meetboeien worden aangebracht die voortdurend de troebelheid van het water meten. De waarden worden streng gemonitord, zodat de visgronden zo min mogelijk hinder ondervinden (Linkit Consult, 2013).

Ten oosten van de suppletielocatie bevindt zich een mechanisch aasspitgebied. De persleiding wordt aan de noordzijde om de begrenzing van het aasspitgebied heen gelegd (Rijkswaterstaat, 2012). De verandering van sedimentbelasting bij aanleg wordt beperkt door te zorgen dat de perskade minimaal 50 meter voor het uitstroompunt uitsteekt. Hierdoor is het zand uitgezakt voordat het proceswater in de omgeving terecht komt. Het effect op het aasspitgebied zal dus beperkt zijn.

4.5.5. Cultuurhistorie

De Oesterdam zelf is van cultuur-historische waarde, een grote verandering aan de dam betekent dat deze waarde kan afnemen. Verder ligt in het zuiden van het projectgebied een cluster van cultuur-historische elementen genaamd de Rattenkaai.

Bij een dijkversterking waarbij een stenen dijkbekleding wordt vervangen door een asfalt variant, zal de ruimtelijke kwaliteit afnemen. Daarnaast kan het een licht negatief effect hebben op de cultuur-historische waarde van de dam. Desalniettemin wonen in het projectgebied geen mensen en wordt er weinig gerecreëerd. Deze lagere kwaliteit zal dus geen significant negatief effect hebben.

Een zandsuppletie is mede gericht op behoud van de landschappelijke verschijningsvorm en ruimtelijke kwaliteit van de Oesterdam. Wel is er een tijdelijke verhoging en aantasting van de platen tijdens de uitvoering, maar daarna gaan natuurlijke processen hun gang. De verwachting is dat het suppletiezand zich in noordelijke richting zal verspreiden en daarom geen effect zal hebben op de Rattenkaai.

4.5.6. Overige functies

Het verkeer zal tijdens een dijkversterking enige hinder ondervinden. De parallelweg zal worden afgesloten waardoor brom(fietsers) en wandelaars zullen worden omgeleid of met een pendelbus moeten worden vervoerd (Projectbureau zeeweringen, 2012c). Wegverkeer op de hoofdrijbaan ondervindt geen hinder van de werkzaamheden.

De begrenzing van de winlocatie Wemeldinge (waar zich een vaargeul bevindt) is zodanig aangepast dat het scheepvaartverkeer geen hinder van de zandwinning ondervindt.

4.6. MKBA tabel

De MKBA tabel in Tabel 3 geeft de Netto Contante Waarde (NCW) van alle vier de alternatieven die binnen deze MKBA gedefinieerd zijn voor de Oesterdam. Omdat de veiligheidsbaten niet zijn gemonetariseerd zijn de uitkomsten voor alle alternatieven voor de Oesterdam negatief. De NCW geeft inzicht in de verschillen in maatschappelijke welvaart tussen de alternatieven. Het project met de grootste welvaartseffecten is het alternatief met de minst negatieve waarde. Uit de MKBA tabel blijkt dat indien alternatief 3, de veiligheidsbuffer, autonoom zou zijn uitgevoerd dit het alternatief zou zijn (NCW -€2.249.200) met de grootste bijdrage aan maatschappelijke welvaart. In vergelijking met de versterkte steenbekleding heeft de veiligheidsbuffer een welvaartseffect dat € 2,3 miljoen euro hoger is. Hiermee is in het geval van de Oesterdam een veiligheidsbeffer door middel van een zandsuppletie een beter alternatief dan een versterkte steenbekleding, door iets lagere uitvoeringskosten en de gerealiseerde maatschappelijke baten voor de bijdrage aan de zandsuppletie tegen de zandhonger op de Oosterschelde. De andere alternatieven hebben een aanmerkelijk lagere NCW, zelfs in een *worse-case* scenario, waarbij de levensduur van de steenbekleding teruggaat van 50 naar 30 jaar, is onder de huidige uitgangspunten het gelijktijdig uitvoeren van het alternatief met een veiligheidsbuffer en de versterkte steenbekleding de NCW lager dan het alternatief met het uitvoeren van een additionele versterking van de steenbekleding na 30 jaar.

Tabel 3: MKBA Tabel Oesterdam

	Fysiek effect	Welvaartseffect	Referentie- alternatief: Versterkte steenbekleding, 50 jaar	Projectalternatief 1: Veiligheidsbuffer, 50 jaar & Steenbekleding	Projectalternatief 2: Versterkte steenbekleding, 30 jaar	Projectalternatief 3: Veiligheidsbuffer
Vorbereidingskosten			€ 254.100	€ 450.100	€ 254.100	€ 196.000
Uitvoeringskosten			€ 3.967.000	€ 6.895.000	€ 3.967.000	€ 2.928.200
Kosten Beheer en Onderhoud			€ 0	€ 250.000	€ 970.000	€ 250.000
Totaal Kosten			€ 4.221.100	€ 7.595.100	€ 5.191.100	€ 3.374.200
Natuur/Ecologie	- Verandering areaal intergetijdengebied - Verandering biodiversiteit		- € 370.000	€ 1.125.000	- € 370.000	€ 1.125.000
Waterveiligheid	-Verandering veiligheidsniveau		0	+	0	0
Visserij	-Verandering vismogelijkheden	- Verandering visopbrengst	-	0	-	0
Recreatie	-Verandering recreatief gebruik -Hinder	- Verandering aantal recreanten - Hinder door werkzaamheden	0 0/-	0 0/-	0 0/-	0 0/-
Cultuurhistorie	-Verandering cultuur- historische elementen		-	0/-	-	0
Verkeer	- Hinder	- Hinder door werkzaamheden	-	-	-	-
Totaal Baten			- € 370.000	€ 1.125.000	- € 370.000	€ 1.125.000
MKBA Saldo			-€ 4.591.100	-€ 6.470.100	-€ 5.561.100	-€ 2.249.200

4.7. Gevoeligheidsanalyse

Een gevoeligheidsanalyse helpt om de robuustheid van de uitkomsten te duiden. In de studie zijn een aantal aannames gedaan die het kosten-baten saldo en daardoor mogelijk de rangorde van de alternatieven doet veranderen.

De hoogte van de discontovoet is van grote invloed op bestedingen die in de toekomst plaatsvinden. Daarom wordt de analyse net zoals bij het Sophiastrand doorgerekend met een discontovoet van 2,5% (de discontovoet zonder risico opslag) en van 7%.

Tabel 4: Gevoeligheidsanalyse van de kosten en baten van de verschillende alternatieven voor de Oesterdam waarbij een discontovoet van 2,5% en 7% is meegenomen.

	Referentie-alternatief: Versterkte steenbekleding, 50 jaar		Projectalternatief 1: Veiligheidsbuffer, 50 jaar & Steenbekleding	
	2,5%	7%	2,5%	7%
Discontovoet				
Vorbereidingskosten	€ 254.100	€ 254.100	€ 450.100	€ 450.100
Uitvoeringskosten	€ 3.967.000	€ 3.967.000	€ 6.895.000	€ 6.895.000
Kosten Beheer en Onderhoud	€ 0	€ 0	€ 425.000	€ 207.000
Totaal Kosten	€ 4.221.100	€ 4.221.100	€ 7.770.100	€ 7.552.100
Natuur/Ecologie	-€ 520.000	-€ 324.000	€ 1.125.000	€ 1.125.000
Totaal Baten	-€ 520.000	-€ 324.000	€ 1.125.000	€ 1.125.000
MKBA Saldo	-€ 4.741.100	-€ 4.545.100	-€ 6.645.100	-€ 6.427.100

	Projectalternatief 2: Versterkte steenbekleding, 30 jaar		Projectalternatief 3: Veiligheidsbuffer	
	2,5%	7%	2,5%	7%
Discontovoet				
Vorbereidingskosten	€ 254.100	€ 254.100	€ 196.000	€ 196.000
Uitvoeringskosten	€ 3.967.000	€ 3.967.000	€ 2.928.200	€ 2.928.200
Kosten Beheer en Onderhoud	€ 2.100.000	€ 645.000	€ 425.000	€ 207.000
Totaal Kosten	€ 6.321.100	€ 4.866.100	€ 3.549.200	€ 3.331.200
Natuur/Ecologie	-€ 520.000	-€ 324.000	€ 1.125.000	€ 1.125.000
Totaal Baten	-€ 520.000	-€ 324.000	€ 1.125.000	€ 1.125.000
MKBA Saldo	-€6.841.100	-€5.190.100	-€2.424.200	-€2.206.200

Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat projectalternatief 3 'Veiligheidsbuffer' en vervolgens projectalternatief 1 'versterkte steenbekleding met een levensduur van 50 jaar' nog steeds het beste en op één na beste MKBA saldo hebben. Wel laat de gevoeligheidsanalyse zien dat met een discontovoet van 2,5% de Veiligheidsbuffer en een steenbekleding die 50 jaar meegaat een iets beter MKBA saldo heeft dan de versterkte steenbekleding een met levensduur van 30 jaar. De uitvoering van alleen de veiligheidsbuffer blijft onder alle aannames de optie met de hoogste netto contante waarde.

De zandsuppleties hebben in de Oesterdam casestudy een levensduur van 50 jaar. Onverwacht hoge erosie of andere inzichten kan de levensduur verkleinen of vergroten. In de gevoeligheidsanalyse nemen we een levensduur 25 jaar mee voor de Oesterdam. De uitvoeringskosten van het projectalternatief 3 'de veiligheidsbuffer' nemen hierdoor toe tot €3,55 miljoen. De totale kosten

voor de veiligheidsbuffer komen daardoor uit op €4 miljoen. Dit is wederom minder dan het op één na gunstigste alternatief, het referentie-alternatief 'de versterkte steenbekleding' met een levensduur van 50 jaar. Het MKBA saldo komt uit op €2.869.200, dit is nog steeds het significant laagste saldo.

5. Conclusies

In de twee case studies is onderzocht of de toepassing van innovatieve dijkconcepten in de Zuidwestelijke Delta een hoger maatschappelijk rendement hebben dan traditionele dijkversterking. In de case studie Sophiastrand wordt een zandsuppletie vergeleken met een traditionele dijkversterking. In de case studie Oesterdam wordt een zandsuppletie vergeleken met een versterkte steenbekleding.

In geval van de case studie Sophiastrand is de Netto Contante Waarde van alternatief 'versterken van de duinstrook' aanzienlijk hoger dan van het referentie-alternatief dijkversterking. Dit komt voornamelijk door de bouw van strandhuisjes op het verbrede strand. Het vakantiepark achter de dijk zorgt voor een groot recreatief potentieel. Dit betekent dat wanneer de locatie interessanter wordt voor toeristen dit direct invloed heeft op de hoogte van de baten. Naast recreatiebaten zal een zandsuppletie een kleine bijdrage leveren aan de zandhonger problematiek. Ook wanneer alleen de uitvoeringskosten en de beheer en onderhoudskosten worden beschouwd is de zandsuppletie de goedkoopste optie door de lagere totale kosten Levenscyclus Kosten (LCC). Van de twee onderzochte alternatieven heeft het versterken van de duinstrook doormiddel van een zandsuppletie de hoogste welvaartseffecten en is dus de beste keuze om aan de veiligheidsnorm te voldoen. De gevoeligheidsanalyse laat zien dat de uitkomsten robuust zijn, ook met een andere discontovoet of andere substitutie-effecten blijft de rangorde van de alternatieven gelijk.

In geval van de Oesterdam wordt de zandsuppletie uitgevoerd met een gecombineerd doel, het onderzoeken van de doelmatigheid en erosiebestendigheid van de zandsuppletie en de bijdrage aan de waterveiligheid van de zandsuppletie. De veiligheidsbaten worden in dit onderzoek niet beschouwd, er wordt vanuit gegaan dat alle alternatieven aan de opgave voldoen. Hierdoor is er een onderschatting van de MKBA saldo's zodat bijna dat alle MKBA saldo's negatief zijn. De zandsuppletie is uitgevoerd nadat de Oesterdam reeds was voorzien van een nieuwe steenbekleding, zodat er geen noodzaak was vanuit waterveiligheid. Wel is de verwachting dat door de zandsuppletie de levensduur van de versterkte steenbekleding zal toenemen. De MKBA laat zien dat de kosten van een zandsuppletie lager zijn dan van nieuwe steenbekleding. De combinatie van de zandsuppletie en de versterkte steenbekleding heeft een lager welvaartseffect dan wanneer in een *worse-case* scenario de steenbekleding na 30 jaar een verdere versterking nodig heeft. Echter het maatschappelijk rendement van de zandsuppletie is hoger dan van de versterkte steenbekleding, met name door het welvaartseffect van het tegengaan van de zandhonger. Ook de kennisontwikkeling is een belangrijke baat, al is deze niet meegenomen in deze studie.

Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat bij een lagere discontovoet de welvaartseffecten van de versterkte steenbekleding met een levensduur van 50 jaar hoger zijn dan die van een versterkte steenbekleding met een levensduur van 30 jaar. Indien de steenbekleding zonder zandsuppletie maar 30 jaar mee zou gaan, schuift dit alternatief bij een lage discontovoet op naar de tweede plaats in de rangorde. Als de zandsuppletie niet na 50 jaar, maar na 25 jaar opnieuw zou moeten worden uitgevoerd, heeft deze nog steeds de hoogste welvaartseffecten. De maatschappelijke baten zijn lager dan in de Sophiastrand case, doordat in het gebied geen baten voor andere functies optreden.

In deze MKBA zijn de baten van flexibiliteit en kennisontwikkeling niet meegenomen. Het flexibele karakter van een zandsuppletie zorgt ervoor dat het vaak een no-regret maatregel is. Dit geeft in vergelijking met een dijkversterking extra baten. Deze baten zijn echter zeer lastig te moneteriseren,

daarom zijn ze in deze studie niet meegenomen. Ook de kosten van kennisontwikkeling zijn in de Oesterdamcase niet meegenomen, daarom zijn de baten ook niet ingerekend. Desalniettemin is kennisontwikkeling één van de doelstellingen van het project, daarom dient ook rekening te worden gehouden met deze niet gekwantificeerde extra baten.

De twee case studies laten zien dat in beide gevallen de innovatieve dijkbescherming door middel van zandsuppleties lagere kosten op basis van LCC hebben dan de traditionele dijkversterkingen. De hoogte van de baten zijn afhankelijk van de functies in het gebied. De belangrijkste baten van de zandsuppleties in geval van de Oosterschelde zijn potentiële toename van recreatieactiviteiten, bouwmogelijkheden en het realiseren van intergetijdengebied voor het tegengaan van de zandhonger.

De grootste negatieve effecten in geval van alle alternatieven zijn voornamelijk hinder bij de uitvoering tijdens het toeristenseizoen. Uit de casestudies blijkt dat de negatieve effecten op natuur en/of ecologie, visserij of andere functies tijdens de uitvoering of na realisatie gering zijn.

Uit deze studie kan geconcludeerd worden dat in de Oosterschelde zandsuppleties vaak een economisch en maatschappelijk hoger rendement hebben dan traditionele dijkversterkingen.

Bronvermelding

Arcadis, 2009. Planbeschrijving oesterdam noord, PZDT-R-09271 ontwerp verbetering steenbekleding. Opdrachtgever Projectbureau Zeeweringen.

Centraal Bureau voor de Statistiek – Statline, 2013. Capaciteit in logiesaccommodaties; logiesvorm per regio '00-'12. Den Haag/Heerlen.

Coalitie Natuurlijke klimaatbuffers, 2012. Natuurlijke klimaatbuffer kennis en kansen, tussenrapportage 2010-2012.

Decisio, 2011. Ruimte voor recreatie op het strand; onderzoek naar een basiskustlijn. Opdrachtgevers: Kustprovincies Zeeland, Zuid-Holland, Noord-Holland en Friesland.

Dorp, stad en land, 2008. Cultuurhistorie aan de Oosterscheldedijken, Een cultuurhistorische visie bij dijkverbeteringswerken aan de Oosterschelde. Opdrachtgever, Projectbureau Zeeweringen, Goes.

Expertisecentrum Kosten en Baten, 2013. Memo uitgangspunten economische analyses in het Deltaprogramma. (nog niet gepubliceerd).

Groffen, B., Lamberigts, P., Bloemen, P., 2013. Vergelijkingsystematiek Deltaprogramma, Structuur, inrichting en gebruik. Projectnummer: 9W5370.A0, Staf Deltacommissaris, Den Haag.

Henkens, R.J.H.G., Wijsman, J.W.M., Goossen, C.M., Jochem, R., 2012. Duurzaam ruimtegebruik Oosterschelde toepassing van PARENA (Praktische Aanpak Recreatie en NATuur) voor een duurzame combinatie van natuur, recreatie en schelpdier visserij. Alterra rapport 2284, Wageningen.

Kenniscentrum Kusttoerisme, 2012. Toeristische trendrapportage 2011-2012, Zeeland in cijfers. Provincie Zeeland, Middelburg.

Linkit Consult, 2013. Nieuwsbrief veiligheidsbuffer Oesterdam [online]. Geciteerd op 18 oktober 2013, < [http://www.linkitconsult.nl/images/editor/files/nieuwsbrief_oesterdam_4_\(3\).pdf](http://www.linkitconsult.nl/images/editor/files/nieuwsbrief_oesterdam_4_(3).pdf)>

Mesel, de, I., Craeymeersch, J., Wijman, J., Gool van, A., 2009. Proefsuppletie Galgenplaat Oosterschelde monitoring effect op productiviteit van mosselpercelen. Rapport C143/09, IMARES, Yerseke.

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2009. Natura 2000 gebied – Oosterschelde. Besluitnummer: PDN/2009-118, Programmadirectie Natura 2000.

Projectbureau Zeeweringen, 2012a. Sophiastrand, Projectplan. Documentnummer: PZDT-R-12294.

Projectbureau Zeeweringen, 2012b. Projectplan Veiligheidsbuffer Oesterdam. Documentnummer: PZDT-R-12139.

Projectbureau Zeeweringen, 2012c. Parallelweg Oesterdam tijdelijk afgesloten [online]. Geciteerd op 15 oktober 2013, < http://www.zeeweringen.nl/dbdocs/file_85.pdf>

Rijkswaterstaat Zeeland & Witteveen + Bos, 2012. Ontwerplogboek aanbestedingsvoorbereiding veiligheidsbuffer Oesterdam. RW1809-367.

Rijkswaterstaat, 2012. Vaststellingsbesluit projectplan veiligheidsbuffer Oesterdam. Ministerie van Infrastructuur & Milieu, Den Haag.

Rijkswaterstaat & Deltares, 2012. Zachte werken met harde trekken, toepassingen van eco-engineering in de waterbouw.

Ronde de J.G., Mulder J.P.M., Ysebaert T, & van Duren L.A., 2009, Kaderplan Autonome Neerwaartse Trend, ANT Oosterschelde, Deltares, Delft

Roompot Beach Resort, 2013. Plattegrond Roompot Beach Resort [online]. Geciteerd op 3 oktober 2013, <http://cdn.roompotstatic.com/ftp/parkplattegronden/plattegrond_roompot.pdf>

Royal Haskoning, 2011, Maatschappelijke Kosten Analyse Levende Waterbouw

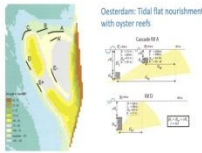
Schrijver, R., 2011. Sophiastrand, duin of dijk als kering. Rijkswaterstaat Dienst Zeeland, Hogeschool Zeeland, Vlissingen.


Tangelder, M., Groot, A., Sluis van, C., Loon-Steensma van, J., Meurs van, G., Schelfhout, H., Ysebaert, T., Luttk, J., Ellen, G., Eernink, N., 2013. Innovatieve dijkconcepten in de Zuid-Westelijke Delta. Rapportnummer C029/13, Imares, Yerseke.

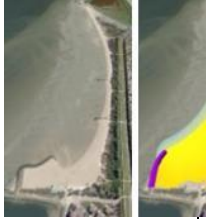
Vermeulen, T., 2013. Wachtlijst voor Beach Houses Kamperland. NRIT Media, 12 juni 2013.


Zanten, E., Adriaanse, L.A., 2008. Verminderd getij, Verkenning naar mogelijke maatregelen om het verlies van platen, slikken en schorren in de Oosterschelde te beperken. Rapport RWS/2008, Rijkswaterstaat Zeeland, Middelburg.


Bijlage 1: Longlist Innovatieve Dijkconcepten ZWD



Concept	Beschrijving		Beschikbare informatie	Geschied als case studie?
Veiligheidsbuffer Oesterdam Effect op: Veiligheid Natuur Recreatie/landschap	<p>In het oostelijke deel van de Oosterschelde ligt de Oesterdam. Deze dam scheidt het zoete Volkerak-Zoommeer van de zoute Oosterschelde. Daarnaast creëert de dam een getijdenvrije vaarroute tussen Antwerpen en de Rijn. Door de aanleg van de Oosterscheldekering en de Oesterdam is het getij in de Oosterschelde afgenomen; minder water stroomt de Oosterschelde in en uit. De geulen reageren op de verminderde hoeveelheid water door zich te vullen met sediment dat van de platen en slikken komt – ‘zandhonger’ – waardoor de oppervlakte van het intergetijdengebied afneemt. Doordat de eroderende platen en slikken in het intergetijdengebied de golven minder dempen en er grotere aaneengesloten watervlakten ontstaan, neemt de golfbelasting op de dijken toe. Daarnaast is de afname van intergetijdengebied nadelig voor vogels, die op de platen en slikken foerageren.</p> <p>Om de erosie tegen te gaan, wordt er gezocht naar mogelijkheden om zand te herverdelen in het systeem, op een manier die zoveel mogelijk aansluit bij andere opgaven, zoals dijkversterkingen. Vanuit die gedachte is een proefproject gestart voor de versterking van de Oesterdam, in het oostelijke deel van de Oosterschelde. Hier wordt voor de dam een grote hoeveelheid zand, dat uit de geulen is gehaald, aangebracht. De golfbelasting op de dam neemt hierdoor af en ondergraving van de dijk door erosie wordt tegengegaan. Dit kan op de lange termijn een besparing in de onderhoudskosten van de dam opleveren. Bovendien blijft het slik voor de dam – belangrijk foerageergebied voor vogels – bewaard. De zandsuppletie zal wel onderhevig zijn aan erosie, waardoor periodiek onderhoud noodzakelijk blijft.</p> <p>Uitvoering</p> <p>Rijkswaterstaat en het Waterschap Scheldestromen zullen in 2012 de Oesterdam versterken. Bij deze werkzaamheden zullen ze ook een praktijkproef uitvoeren, waarbij het gebied vlak vóór de Oesterdam over een lengte van twee kilometer met zand wordt opgehoogd. Tevens worden maatregelen genomen om het erosieproces te vertragen, zoals de aanleg van kunstmatige oesterriffen. In totaal zal ongeveer 600.000 kubieke meter zand worden aangebracht. Door dit zand met een flauw verloop op de juiste hoogte neer te leggen, ontstaat een aanzienlijke oppervlakte intergetijdengebied met golfdempende werking, waardoor de golfbelasting op de dijken verminderd wordt. Verder vormt dit gebied een waardevol habitat voor allerlei organismen, waaronder voedselzoekende vogels. Na de uitvoering van het project wordt er gemonitord om te bezien of het project bijdraagt aan vermindering van de zandhonger en of er andere effecten optreden.</p> <p>Kosten/baten</p> <p>Berekeningen laten zien dat de versteviging van de Oesterdam door het suppleren van zand goedkoper is dan versteviging met stenen. Hoewel kosten voor beheer en onderhoud van het voorland initieel iets hoger kunnen uitpakken, is de verwachting dat het saldo op de lange termijn positief is. Andere baten van suppletie van het voorland zijn onder andere:</p>		<p><u>Rapporten</u></p> <p>Natuurmonumenten, Rijkswaterstaat Zeeland, provincie Zeeland, 2011 Veiligheidsbuffer Oesterdam Uitvoeringsplan .</p> <p>Royal Haskoning, 2011. Meerwaarde levende waterbouw. Een maatschappelijke kostprijsanalyse .</p> <p>Auteurs: M. De Bel, A.H.H.M. Schomaker en F.C.J. van Herpen.</p> <p>Witteveen & Bos, 2012. Monitoringsplan Veiligheid Oesterdam.</p> <p>http://www.klimaatbuffers.nl/veldwerkplaatsen/oesterdam</p> <p><u>Contactpersonen</u></p> <p>Eric van Zanten (RWS): veiligheid.</p> <p>Kees van Westenbrugge (RWS) : ontwerp</p>	<p>Geschied</p> <p>-> Shortlist</p>



	<ul style="list-style-type: none"> Platen en slikken voor de Oesterdam blijven behouden. Het herverdelen van zand past in de strategie om de effecten van de zandhonger in de Oosterschelde te mitigeren. Dat is belangrijk voor langetermijnveiligheid, natuur én recreatie. Door het toevoegen van zand kan flexibel worden ingespeeld op de veranderende hydraulische eisen aan de oeverbescherming. <p>(Rijkswaterstaat & Deltares, 2012; Zachte werken met harde trekken)</p>		Bjorn van den Boom (Natuurmonumenten)	
Groene dijk Emanuelpolder	<p>Het dijkvak Emanuel polder is gelegen ten oosten van Waarde, aan de Westerschelde (Zuid-Beveland). Voor het dijkvak ligt een groot schor, het schor van Waarde. In 2003 zijn voor het schor twee strekdammen aangelegd, ter bescherming van het schor. Tussen de strekdammen groeit het slik en dit kan op termijn schorvorming stimuleren. Het schor zelf is sterk opgehoogd en verouderd. Op vele plaatsen overheerst zeekweek. Dit is een soortenarm eindstadium in de schorontwikkeling. De grasbekleding van dit dijkvak is afgekeurd, daarom zijn er twee bekledingsvarianten voorgesteld. Het aanbrengen van een harde bekleding en het aanbrengen van klei op het dijklichaam.</p> <p>De dijk achter het schor bij Emanuel polder is alleen voorzien van een grasbekleding. Het dijklichaam bestaat uit een kern van zand met een afdekkende kleilaag. Aan de buitenzijde en op de kruin is veelal een kleilaag van minimaal 0,80 meter aanwezig. In de toetsing 2010 is de grasbekleding onder het toetspeil bij Emanuel polder afgekeurd op de vigerende hydraulische randvoorwaarden (HR2006) (nota van der Sande, Scheldestromen). Voor de overige sporen bij de toetsing zijn geen tekorten geconstateerd. Geadviseerd wordt om de versterking van de bekleding zo snel mogelijk uit te voeren omdat de urgentie hoog is (nota van der Sande, Scheldestromen). Gezien de urgentie en de aard van de versterking is gekozen om dit werk binnen het project Zeeweringen mee te nemen (combinatiecontract met de St. Pieterpolder) zodat in Zeeland voor 2016 alle bekleding onder toetspeil op sterkte is. Bij het uitwerken van de verschillende bekledingsvarianten zijn er twee varianten voorgesteld: het aanbrengen van een harde bekleding (steenachtig), dan wel het aanbrengen van klei op het huidige dijklichaam.</p> <p>Oorspronkelijk had een harde bekleding de voorkeur, maar na regionaal overleg is de kleivariant als een serieuze oplossing meegenomen. Een 'Groene Dijk' – d.w.z. volledig uitgevoerd met klei – afkomstig uit de hoogste (door kweekgras gedomineerde) delen van het voorliggende schor. Dit principe is gebaseerd op de methodiek van dijkenbouw die van oudsher in slibrijke estuaria gebruikelijk was, nl. oogsten van klei vanuit de hoogste delen van de schorren. Zo is in 1953 het schor van Waarde op minimaal twee maar waarschijnlijk drie plaatsen een fors stuk afgegraven voor kleiwinning om dijkdoorbraken te repareren. Al na enkele decennia was hiervan niets meer te zien qua hoogteligging en vegetatieontwikkeling. Ook elders in de Delta is dat toen gedaan. In de Duitse Waddenzee zijn er recentere voorbeelden van deze werkwijze te vinden. Zowel het Deltaprogramma regio Noord als Zuid-Westelijke Delta benoemen de kansen voor het ontwikkelen van zachte dijkconcepten voor waterveiligheid in relatie tot combinatie van schorren/kwelder en kleidijken.</p> <p>De Zeeuwse partijen (Projectbureau Zeeweringen waarin RWS en het waterschap Scheldestromen samenwerken samen met de beheerder van het voorliggende schor Staatsbosbeheer) vinden het uitvoeren van versterking op deze wijze uitermate belangrijk om de kansen voor kosten besparing en gelijktijdige natuurwinst te benutten die deze case biedt. De zachte oplossing is namelijk geraamd op 3,0 M€, de klassieke harde oplossing op 5 á 6 M€. Tevens kan het concept in</p>		<p>Rapporten</p> <p>Ruimtelijke onderbouwing Reimerswaal Emanuelpolder 1a Reimerswaal (2012). Bijlage 6.</p> <p>Groene Dijk Emanuel polder, DP ZWD.</p>	<p>Geschied</p> <p>-> Shortlist</p>
Effect op:				
Veiligheid				
Natuur				
Recreatie/landschap				


	<p>meerdere lopende en toekomstige projecten worden toegepast (zie rendement).</p> <p>Projectbureau Zeeweringen kan de voorbereiding en uitvoering in opdracht van Waterschap Scheldestromen op zich nemen. Het project zal worden gefinancierd uit het nieuwe HoogWater BeschermingsProgramma; nHWBP.</p> <p>Effecten</p> <p>Het gebruik van klei uit het voorliggende schor heeft volgende voordelen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - De grond komt van dichtbij, en dat maakt het werk in principe goedkoper. - De dijk wordt landschappelijk mooi ingepast bij het schor. - De hoge delen van het schor worden vervangen door lage gebieden waar de schorcyclus weer opnieuw kan beginnen. Dat laatste is een grote meerwaarde vanuit KRW en Natura2000, maar ook vanuit landschap en recreatieve beleving. <p>De Groene Dijk is een voorlandoplossing die niet alleen een zachte oplossing biedt voor het dijklichaam, maar waarbij het voorliggende schor en slik onlosmakelijk onderdeel vormen van de waterveiligheidsoplossing. Het project Groene Dijk bekijkt dan ook het volledige profiel, van de laagwaterlijn tot de kruin van de dijk.</p>			
<p>Suppletie Sophiastrand</p> <hr/> <p>Effect op:</p> <p>Veiligheid</p> <p>Natuur</p> <p>Recreatie en toerisme</p>	<p>De dijk langs het Sophiastrand is in de laatste toetsing afgekeurd op steenbekleding. De dijk is onder invloed van de wind onder een zandpakket komen te liggen wat zich heeft ontwikkeld tot waardevolle duinnatuur. RWS heeft in samenspraak met betrokkenen (gemeente, waterschap, provincie, vakantiepark Roompot, kitesurfschool, ecoshape ea.) besloten om in plaats van het versterken van de dijkbekleding te kiezen voor een alternatieve oplossing in de vorm van een zandsuppletie . Er wordt een suppletie aangebracht die een dijkversterking overbodig maakt. Met de uitvoering van de voorgestelde maatregelen wordt hetzelfde veiligheidsniveau gegarandeerd als bij het vernieuwen van de bekleding. Bijkomende voordelen van de zandsuppletie zijn, behoud van natuur en een breder strand voor recreanten.</p> <p>Met de ondertekening van het 'Pact van Wissenkerke' in maart '12 hebben verschillende partijen verklaard duinversterking als veiligheidsmaatregel te verkiezen en bij te zullen dragen aan de verwezenlijking hiervan. In de overeenkomst zijn de volgende beweegredenen voor deze variantkeuze genoemd: "Rijkswaterstaat en Waterschap Scheldestromen kunnen door duinversterking op voordelige, milieuvriendelijke en robuuste wijze het water keren en schade aan het voorliggende slik door de zandhonger in de Oosterschelde beperken. Deze aanpak is in lijn met het huidige beleid: zacht waar het kan, hard waar het moet en veiligheid waar mogelijk verbinden met andere functies en belangen.</p> <p>Maatregelen en effecten</p> <p>Het suppletievolume dat nodig is om de duin op sterkte te brengen en 25 jaar op sterkte te houden is 162.600 m3. Het deel hiervan wordt als duin (44 %) gesuppleerd waarbij het bestaande duin met gemiddeld 26 m zeewaarts wordt verbreed op de punten waar momenteel sprake is van een zandtekort. De bestaande overgangen zullen in het nieuwe duin worden doorgetrokken.</p> <p>Het nieuwe duin wordt ingeplant met helm en er worden stuifschermen geplaatst. 45 % van het suppletievolume wordt gesuppleerd als strand en 11 % als vooroever. Het onderste deel van de westelijk gelegen strekdam wordt omgebogen. Met deze maatregel wordt het strand behouden en zelfs verbreed. Voor Roompot Beach Resort wordt bij duinversterking het ongemak</p>		<p><u>Rapport</u> Sophiastrand, duin of dijk als kering (2011) Auteur: Roy Schrijver</p> <p>Strandsuppletie Sophiastrand (2011) Auteurs: Gerard Dam en Bas van Leeuwen.</p> <p>Sophiastrand, samenvatting t.b.v. startoverleg (2011).</p> <p><u>Websites</u></p> <p>Projectplan: http://zeewerigen.nl/dbdocs/file_110.pdf</p>	<p>Geschiedt</p> <p>-> Shortlist</p>



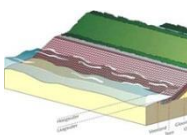
	<p>beperkt: de duinstrook wordt niet ontgraven, maar juist aangevuld en het zand kan in een kortere tijd buiten het toeristenseizoen worden gesuppleerd. Provincie Zeeland en Gemeente Noord-Beveland waarderen het dat met deze aanpak rekening gehouden wordt met toeristisch-recreatieve belangen. Voorts ziet Ecoshape in duinversterking (omzetten ‘harde’ kering in ‘zachte’) een mogelijkheid om het inzicht in de fysische, ecologische en bestuurlijke processen rond dit type waterkeringen te vergroten.”</p> <p>De suppletie op het Sophiastrand is gesimuleerd, de effecten op onder andere de erosie zijn vermeld in het onderzoek strandsuppletie sophiastrand. Hieronder worden de eerste conclusies gegeven. Ten aanzien van de gesimuleerde suppleties kan geconcludeerd worden dat het mogelijk is om een suppletie aan te brengen die niet significant meer of minder erosie geeft dan de huidige situatie. Het feit dat zand in de voorgenomen baggerlocatie – zoals is aangetoond met boringen - net zo grof of zelfs grover is dan dat wat in de huidige situatie op het strand aanwezig is, geeft een additionele ondersteuning voor de voorspelling dat suppleties op langere termijn niet tot hogere erosie hoeven te leiden. Uit een scenario berekening met 2 aangebrachte dammen (aan de oost- en westkant van het strand) blijkt dat het mogelijk is om de erosie te verminderen tussen de dammen. Net buiten de dammen vindt een extra erosie plaats. Tussen de dammen kan een vermindering van de erosie plaatsvinden van 12-18%. Wanneer het gehele gebied, dus inclusief de erosiegebieden, bekeken wordt is de vermindering nog 0 - 4 %. De dammen moeten dus zo geplaatst worden dat op de locaties waar erosie optreedt, deze erosie toelaatbaar is.</p> <p>Het effect van zeespiegelstijging zorgt voor extra erosie van het Sophiastrand. Golven kunnen beter doordringen tot het ondiepe strand en zorgen voor meer erosie. Het effect met een zeespiegelstijging van 20cm is berekend op 3-18% van de totale erosie, met een gemiddelde van 7%.</p>			
<p>Suppletie Schelphoek</p> <p>Effect op:</p> <p>Veiligheid natuur</p>	<p>De Oosterschelde heeft zandhonger. Het kenmerkende landschap van droogvallende slikken, platen en schorren verdwijnt langzaam maar zeker in de golven. Dit heeft gevolgen voor de bescherming tegen overstroming en de natuur. Rijkswaterstaat is een verkenning gestart naar mogelijke maatregelen om de platen en slikken te behouden. Op het slik van de Schelphoek wordt één van deze proeven uitgevoerd.</p> <p>Uitvoering September 2011 heeft Rijkswaterstaat de praktijkproef gestart. De proef bestaat uit een combinatie van een zandlichaam tegen de dijkvoet en een oeververdediging om het zand op zijn plaats te houden. Hierdoor kan onderzocht worden welke soort maatregelen het beste werken tegen de effecten van de zandhonger. Voor de locatie Schelphoek is gekozen omdat dit een plek is die in veel opzichten generaliseert voor de gehele Oosterschelde. Tijdens de proef zal circa 85.000 m3 zand afkomstig uit de diepe geulen van de Oosterschelde worden opgespoten op het slik. De helft van het zandlichaam wordt daarna verdedigd met dammetjes van breuksteen. Die zijn ongeveer 300 m lang, 50 cm breed en steken 30 cm boven het zand uit. Er wordt onderzocht in hoeverre de extra versteviging de levensduur van de suppletie verlengt, en dus de investering waard is. De totale proef beslaat een oppervlakte van 600 m bij 200 m. De hoogte van de suppletie is maximaal 75 cm langs de dijk en neemt geleidelijk af naar bij toenemende afstand tot de dijk. Nadat eind 2011 de aanleg is afgerond, is er via metingen worden gevolgd in hoeverre deze maatregelen werken tegen de effecten van de zandhonger. Wat doet het zand bijvoorbeeld na een zware winterstorm en hoe werken de dammen bij bescherming van het aangebrachte zand?</p>		<p><u>Rapporten</u></p> <p>Brochure: Verkenning zandhonger Oosterschelde, Proefproject Schelphoek (2011). Auteurs: Rijkswaterstaat.</p> <p>IMARES, Effect suppletie op schelpdierpercelen (2011/2012). Auteurs: Jeroen Wijsman</p> <p><u>Contactpersoneel</u> n</p> <p>Kees van Westenbrugge (RWS)</p>	<p>Beperkt</p> <p>Mogelijk relevante data voor MKBA</p> <p>-> Shortlist</p>



<p>Suppletie Galgeplaat</p> <p>Effect op:</p> <p>Natuur</p>	<p>In de Oosterschelde is sprake van zandhonger. Een van de maatregelen om de effecten van de zandhonger te bestrijden is het suppleren van zand op platen in de Oosterschelde. Het verlies van intergetijdengebied wordt dan (tijdelijk) tegengegaan. In de periode juli – september 2008 is een proefsuppletie uitgevoerd op de Galgeplaat om de effectiviteit van deze maatregel verder te toetsen.</p> <p>Op de Galgeplaat, in het midden van de Oosterschelde is een suppletie uitgevoerd voor onderzoeksdoeleinden. Bij deze suppletie wordt gekeken in hoeverre het zand dat bij de suppletie is aangebracht op zijn plek blijft, hoe het bodemleven zich herstelt, er of er een effect is op de productie van schelpdierpercelen en op de foerageerduur van vogels. Bij de monitoring gedurende drie jaar blijkt zeven procent van het gesuppleerde sediment van de suppletie gespoeld en lokaal afgezet, en zowel de bodemfauna-biomassa als de vogelstand niet volledig maar wel grotendeels hersteld.</p> <p>Uitvoering</p> <p>Deze plaat is één van de intergetijdengebieden die onderhevig is aan erosie. Door een suppletie uit te voeren wordt het bodemoppervlak verhoogd en wordt het verlies van intergetijdengebied (tijdelijk) tegengegaan. Er is over een oppervlakte van 20 ha circa 130.000 m³ zand opgespoten en met bulldozers over de plaat versplaatst in een cirkel met een doorsnede van 500 m. De gemiddelde dikte van de laag zand is 65 cm. Aan de zuidkant is deze laag het dunst. Door het aanbrengen van het zand is het bodemleven vernietigd. Een uitgebreid monitoringsplan is opgezet met als doel om meer inzicht te verkrijgen in het verloop van morfologische en ecologische processen. Zowel fysische als biologische parameters zijn gemeten door Rijkswaterstaat, Deltares, IMARES en NIOZ (voorheen NIOO CEME) en tevens in samenwerking met Building with Nature (BwN), het innovatieprogramma van Ecoshape (ecoshape.nl). IMARES en NIOZ hebben in het kader van BwN, in aanvulling op het RWS monitoringprogramma, aanvullende data verzameld met betrekking tot bodemdieren en gerelateerde omgevingsfactoren om beter inzicht te krijgen in de rekolonisatieprocessen.</p>		<p>Rapporten</p> <p>IMARES, Benthos herstel suppletie, 2012. Auteur: Schaap, J., http://edepot.wur.nl/216226</p> <p>IMARES, Proefsuppletie Galgeplaat Oosterschelde, Monitoring effect op productiviteit mosselpercelen. Auteurs: Mesel de, I., Craeymeersch, J., Gool van, A., Wijsman, J. http://edepot.wur.nl/143297</p> <p>Jetski monitoring suppletie Galgeplaat (2009). Auteurs: Schipper de, M., Son van, B., Vries de, S.</p> <p>Deltares, Evaluatie proefsuppletie Galgeplaat, ontwikkeling in de eerste 3 maanden na aanleg (2009). Auteurs:</p>	<p>Beperkt, geen directe link naar veiligheid</p> <p>Mogelijk relevante data voor MKBA</p> <p>-> Shortlist</p>


			<p>Holzauer, H., Werf van de, J.</p> <p>Deltares, Voortgangsrapportage 2010 proefsuppletie Galgeplaat, Morphologische en ecologische ontwikkelingen , 15 maanden na aanleg (2010). Auteurs: Holzauer, H., Werf van de, J., Dijkstra, J., Morelissen, R.</p>	
<p>ComCoast Perkpolder</p> <p>Effect op:</p> <p>Veiligheid Natuur Recreatie en toerisme, wonen</p>	<p>Integrale gebiedsontwikkeling (en natuurcompensatie, 2^e verdieping) van de oude veerhaven bij Perkpolder. De aanleg van het natuurgebied van 75 ha aan de oostkant. Dit wordt zodanig aangelegd dat zich een schor(buffer) kan ontwikkelen. Er moeten waterkeringen worden verlegd om het gebied oostelijk van Perkpolder aan te laten sluiten op de Westerschelde. Er is in dit gebied ook een 18-holes golfbaan voorzien. Het werk wordt gecombineerd met de ophoging van het Veerplein en het bouwrijp maken daarvan. Daar verschijnen volgens plan 250 woningen en een hotel met wellnesscentrum en een clubhuis voor de golfers. In 2015 moet het werk af zijn.</p>		<p>Brochure: http://edepot.wur.nl/143297</p>	<p>Gevoelig, MKBA reeds gemaakt</p> <p>Niet geschikt</p>
<p>Ontpoldering Hedwige polder</p> <p>Effect op:</p> <p>Veiligheid? Natuur Recreatie?</p>	<p>Het doel van de ontpoldering van de Hedwige polder is het realiseren van nieuwe estuariene natuur ten behoeve van het behoud van bedreigde soorten vogels, planten en dieren en hun leefgebieden in het Schelde-estuarium, door extra ruimte maken voor water (getij-Invloed) en het daarmee bevorderen van het natuurlijk evenwicht in het estuarium. Behalve het herstellen van de getijdennatuur in de Westerschelde leidt ontpoldering van de Hedwigepolder ook het realiseren van extra waterbergend vermogen ('Ruimte voor de rivier'), waardoor de waterveiligheid langs de Zeeschelde aanzienlijk toeneemt. Ontpoldering van de Hedwigepolder zorgt voor liefst 5 centimeter verlaging van de hoogwaterstanden in het aangrenzende deel van de Schelde!</p> <p>Achtergrond De Lange termijnvisie Schelde Estuarium (gemaakt in opdracht van de Technische Schelde commissie, een grensoverschrijdende commissie) respecteert het feit dat de Westerschelde een levensader is voor het omliggende gebied. Het is de toegang tot de Antwerpse en de Zeeuwse havens. Maar ook in natuurlijk opzicht is de Westerschelde uniek. Het is een van de weinige gebieden waar de estuariene natuur, bepaald door de wisselwerking tussen het land, rivier, zee en getij nog grotendeels in tact is. Door verschillende ontwikkelingen in de laatste decennia is het oppervlak getijde natuur verminderd. Bijvoorbeeld door de inpoldering van de Braakman (1953), uitbreiding van het Sloe (haven bij Vlissingen) en de aanleg van het Schelde-Rijn kanaal. De visie beschrijft daarom de noodzaak voor herstel van getijden natuur in combinatie met het vergroten van de toegankelijkheid voor de scheepvaart en aandacht voor de veiligheid van het Schelde Estuarium. Op basis van deze visie is de Ontwikkelings Strategie 2010 (OS2010)</p>			<p>Politiek gevoelig,</p> <p>Geen veiligheid</p> <p>Ongeschikt</p>


	<p>gemaakt. Dit is een wilsovereenkomst tussen Vlaanderen en Nederland. Begin 2005 wordt het Schelde verdrag afgesloten tussen beide landen, waarin o.a. staat dat er een derde verdieping van de vaarweg komt en dat er voor 600 ha nieuwe estuariene natuur in Nederland wordt gerealiseerd waaronder in de Hertogin Hedwigepolder (440ha). De overige hectaren zullen worden ondergebracht in initiatieven als Waterdunen en Perkpolder (ComCoast).</p> <p>Uitvoering De ontpoldering van de Hertogin Hedwigepolder (440 ha) wordt gezien als natuurcompensatie die voortkomt uit het scheldeverdrag in 2005. Vanwege dezelfde reden wordt in België ook het aangrenzende deel van de Prosperpolder ontpoldert.</p> <p>2016: onteigening afronden en start uitvoering 2019: Uitvoering gereed</p>			
<p>Getijherstel Rammegors</p> <p>Effect op:</p> <p>Natuur Recreatie</p>	<p>Het gebied Rammegors is 142 ha groot en 40 jaar geleden ontstaan bij de aanleg van het Schelde-Rijn Kanaal waarbij het gebied geïsoleerd is van de Oosterschelde om te dienen als sedimentopslag die vrijkwam uit het kanaal. Het gebied heeft hierbij zijn getijden karakteristiek verloren en is ontwikkeld als zoetwater natuurgebied. Door de vermindering van de getijde dynamiek als gevolg van de afsluiting van de Oosterschelde staat de getijdennatuur in de Oosterschelde onder druk door de gevolgen van de zandhonger waardoor intergetijdengebied geleidelijk erodeert. De getijdennatuur in Rammegors wordt daarom hersteld door een doorlaat te maken in het noordelijk deel van de Krabbenkreek Dam die het gebied verbindt met de Oosterschelde.</p> <p>De toekomstige getijslag bedraagt 1,5-2,0 meter voor het gebied wat een hoogteligging van NAP -0,5 tot NAP 1,65m heeft. De oorspronkelijke krekken worden weer benut. Het gronddepot ligt hoger maar wordt mogelijk ook afgegraven tot schorniveau. Hiervoor loopt een Live+ voorstel. In combinatie met getijherstel in Rammegors wordt er ook een dammetje aangelegd langs het schor van Sint Annaland om deze te beschermen tegen erosie.</p>		<p>http://www.rijkswaterstaat.nl/water/plannen_en_projecten/vaarwegen/oosterschelde/getijdherstel_rammegors/</p>	Matig geschikt
<p>Oesterriffen</p> <p>Effect op:</p> <p>Veiligheid Natuur</p>	<p>Sinds de aanleg van de Oosterscheldekering treedt in de Oosterschelde erosie van slikken en platen op. De afgelopen twintig jaar verdween bijna tien procent van het intergetijdengebied. Zonder maatregelen zal de Oosterschelde tegen 2075 nog nauwelijks slikken en platen bevatten. Dat heeft niet alleen nadelige gevolgen voor de fauna, zoals zeehonden en tal van vogels, maar ook voor de waterkeringen. Zonder platen en slikken ontstaan in het diepere en uitgestrektere open water hogere en langere golven, die de keringen zwaarder belasten.</p> <p>Meestal wordt erosie verminderd met harde constructies, zoals strekdammen van stenen of betonblokken. De functie van deze harde constructies kan ook worden vervuld door natuurlijke elementen, zoals rifvormende schelpdieren. Het voordeel van een natuurlijk rif is dat het aan kan groeien en daarmee zichzelf onderhoudt. Zo kan erosie van intergetijdengebieden in de Oosterschelde worden geremd en wordt de invang van sediment bevorderd. Dit draagt bij aan het behoud van getijdenplaten.</p> <p>Uitvoering In 2007 werd het eerste oesterrif aangelegd. In totaal zijn er drie riffen zijn aangelegd nabij Zierikzee: één rif langs de kust, en twee riffen op</p>	 <p>Oosterschelde Viane/Zierikzee (lopend)</p>	<p>http://www.waeningenur.nl/en/show/Oesterriffen-tegen-erosie-zandplaten.htm</p>	<p>Beperkt</p> <p>Mogelijk relevante data voor MKBA</p>

	<p>de plaatrand van Viane. Levende oesters werden opgevestigd en langs de rand van een getijdenplaat teruggestort. Het gebied bleek echter te dynamisch en met een storm verdwenen alle oesters. In 2009 werd een klein rif van 48 vierkante meter gebouwd met een stalen, niet gegalvaniseerde kooi (een schanskorvenmatras), gevuld met dode oesterschelpen. De gedachte is dat het ijzeren geraamte wegroest en dat de 'biobouwers' – in dit geval de oesters – de stabiliteitsfunctie overnemen. Natuurbeschermingsorganisaties passen hierop lijkende technieken op zeer grote schaal toe voor de restauratie van oesterriffen in de Verenigde Staten. In Nederland is deze techniek in 2010 op grotere schaal toegepast bij de bouw van drie grote kunstmatige oesterriffen op twee verschillende plekken in de Oosterschelde. De korven in deze riffen hebben een oppervlakte van zes bij twee meter en een hoogte van dertig centimeter. De twee riffen zijn in totaal tien bij tweehonderd meter groot.</p> <p>Resultaten De eerste resultaten laten zien dat zich al snel nieuwe oesters op het schanskorvenmatras vestigen. Verder neemt de hoeveelheid slib achter het rif toe. Dat sluit aan bij de resultaten uit modelstudies naar mosselbanken, die laten zien dat de bank invloed heeft op de sedimentsamenstelling. Die invloed reikt tot op honderden meters buiten de bank. De metingen in het lab laten verder zien dat de matrassen in ondiep water een golfdempende werking hebben. De eerste resultaten laten ook zien dat in een zone van 100 m achter het rif het slik hoger ligt als in de omgeving als gevolg van sedimentatie en/of verminderde erosie.</p> <p>Kosten/baten Bij optimalisatie van het ontwerp zou een oesterrif mogelijk goedkoper kunnen zijn dan stortstenen-dammen. Vooral op onderhoudskosten kan wellicht worden bespaard. Daarnaast, kunnen de oesterriffen het aantal zandsuppleties in de Oosterschelde beperken. Tegenover de kosten biedt het oesterrif de volgende baten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bescherming van het achterland tegen erosie door remming van golven. • Aangroei van buitendijkse gronden door de vastlegging van sediment. • Oesterkweek voor (menselijke) consumptie. <p>(Bron: Zachte werken met harde trekken)</p>			
<p>Schorrematten van Spartina</p> <p>Effect op:</p> <p>Veiligheid</p> <p>Natuur</p>	<p>Gebruik van de aanplant van Spartina matrassen om slib af te vangen en daardoor erosie af te remmen en sedimentatie te stimuleren. In de pionierzone heeft de invasieve exoot Engels slijkgras (<i>Spartina anglica</i>) veel invloed op de golfreductie. Deze soort kan wel meer dan 1 m hoog worden en biedt met zijn massa vlezige wortelstokken goed weerstand tegen kusterosie.</p> <p>Om de delen van de schorren die te lijden hebben onder de verbeterwerkzaamheden van dijkbekleding te herstellen wordt in de Oosterschelde en Westerschelde een pilotproject uitgevoerd met als doel het herstellen van de werkstrook onderlangs de dijk met behulp van op matten gekweekte Spartina</p> <p>In overleg met Imares is gekomen tot een voorstel om Spartina op kokosmatten te gaan testen in de werkstroken van project Zeeweringen. Spartina komt regelmatig voor in zowel de Westerschelde als de Oosterschelde en is een goede graadmeter voor een proef.</p> <p>Het is al bekend dat het materiaal in beperkte mate is op te kweken op kokosmatten. Het is echter de vraag in hoeverre dit grootschalig is te doen en er liggen al enkele zeer kleine proefvakken in de</p>	 <p>Pilot Spartina matrassen Oosterschelde (lopend)</p>		<p>Beperkt</p>

	<p>Oosterschelde waaruit blijkt dat het idee aan kan slaan (de Spartina is te kweken op de matten en de matten zijn aan te brengen op locatie).</p> <p>Ter vergelijking van de groei op kokosmatten worden op elke locatie ook losse planten geplant tegelijkertijd met het uitrollen van de kokosmatten. Tevens worden op enkele plaatsen enkele matten geplaatst op de rand van het schor om deze constructie op golfbelasting te kunnen monitoren.</p> <p>Er zijn ca. 10 vakken in Zeeland geselecteerd waar een proef mogelijk en zelfs wenselijk is; deze vakken zijn geselecteerd in overleg met gebiedsdeskundigen.</p> <p>Uit deze lijst zijn 3 vakken (zie bijlage 1) gekozen om daadwerkelijk de proef uit te gaan voeren.</p> <p>In de Westerschelde werd voor slijkgras van 0,4 m hoogte een significante golfdemping gevonden bij een waterhoogte van maximaal 1 m boven de kwelder (Mol, 2004). Hoe kleiner de waterdiepte, hoe groter de golfdemping. Zo werd bij een waterdiepte van 0,35 m een golfreductie van 87% gevonden (Mol, 2004).</p> <p>In opdracht van PBZ uitgevoerd door IMARES Experiment is in de opstartfase.</p>			
<p>Overslagbes tendige dijk Fort Ellewoutsdijk</p> <p>Effect op:</p> <p>Veiligheid Cultuurhistorie/recreatie</p>	<p>Het fort bij Ellewoutsdijk is gelegen tussen twee dijken. Verbetering van de dijk was noodzakelijk om aan de veiligheidsnorm te voldoen waardoor het bestaan van het fort in gevaar kwam. Gekozen is om een overslagbestendige dijk te ontwikkelen. Beide dijken zijn daartoe versterkt met steen en asphalt ook aan de binnenkant. Overslaand water kan hierdoor de dijk niet meer bedreigen. Dit leidt slechts tot natte voeten rondom het fort: van enkele decimeters elke 50 jaar tot 1 a 2 meter elke 100 tot 250 jaar.</p>	 <p>ComCoast Fort Ellewoutsdijk (uitgevoerd)</p>	<p>http://www.innovatielocaties.nl/topics/innovatielocaties/veiligheid/overslagbestendige_dijk/_afbeelding_1_ellewoutsdijk_en.pdf</p>	<p>Beperkt</p>
<p>Rijke dijk</p> <p>Effect op:</p> <p>Natuur</p>	<p>Mosselen, zeepokken, wieren en vele andere soorten leven graag op een harde ondergrond. Ze weerstaan golfslag en getij en zijn bestand tegen uitdroging en opwarming. Bij renovatie, aanleg- of onderhoudswerken langs de kust kunnen deze soorten wel wat extra hulp gebruiken. De vraag is hoe de ecologische functie van kustwerken kan worden gestimuleerd, terwijl veiligheid gegarandeerd blijft? Hoe ontwikkel je een veilige en toch ecologisch Rijke Dijk?</p> <p>Het concept In 2006 bleek uit een haalbaarheidsstudie voor het Rijke Dijk-concept dat Rijke Dijken met ecologische meerwaarde kunnen worden gerealiseerd, binnen de beperkingen van de primaire functie en van wet- en regelgeving. Rijke Dijken hebben een positieve invloed op het watersysteem en op de ecologie. Uit discussies tussen biologen en waterbouwkundigen bleek dat aanpassing van 'klassieke' ontwerpen technisch mogelijk is, zonder dat wordt ingeleverd op de primaire functie van bestaande of nieuwe harde infrastructuur</p> <p>Het concept van de Rijke Dijken kan verwezenlijkt worden door de aanwezige civiele en biologische kennis gezamenlijk in te zetten voor ontwerpen van ecologisch verrijkte zeeweringen, kades, dammen, golfbrekers, etc. Deze ontwerpen dienen economisch en planmatig inpasbaar te zijn in een bestaand of nieuw ontwerp voor kust infrastructuur. De constructie van een Rijke Dijk is mogelijk bij vervanging/onderhoud van bestaande harde infrastructuur of bij nieuw aan te leggen infrastructuur.</p>	  <p>Wemeldinge (afgerond) Kanaal door Zuid-Beveland (afgerond)</p>	<p>http://www.innovatielocaties.nl/veiligheid/rijke_dijk_zakelijk</p>	<p>Erg beperkt</p>

	<p>De Rijke Dijk ontwerpen zijn aangepast in materiaalkeuze, sortering, plaatsing en vorm waarbij de primaire waterbouwkundige functie behouden blijft. In elk ontwerp wordt gestreefd naar maximale biodiversiteit of maximale bioproductie</p> <p>Toepassing</p> <p>De Rijke dijk is toegepast in de Rijke Kreukelberm in Zeeland. In samenwerking met Projectbureau Zeeweringen heeft Levende Waterbouw tussen Wemeldinge en Yerseke kunstmatige poeltjes aangebracht in de teen of kreukelberm van de dijk. Doel hiervan was meer water vasthouden en meer afwisseling in het landschap. Uit monitoring is gebleken dat de poeltjes significant meer soorten bevatten dan de omliggende stenen van de kreukelberm. In de poeltjes groeien verschillende wieren en er komen ook verschillende soorten sponzen en zakpijpen voor. Verder is het een goede schuilplaats voor jonge vis, steurgarnalen en krabben.</p> <p>(Geen bijdrage aan veiligheid – dus strikt genomen geen “innovatieve dijk”)</p>			
St Pieterspolde r Yerseke	Verkenning PBZ		Weinig info	Niet geschikt
Suzannapol der St Annaland	Verkenning PBZ		Weinig info	Niet geschikt
Nolle- Westduin	<p>Zwakke Schakel Nolle-Westduin ligt bij Vlissingen. Het dijkvak begint bij de Nolledijk (aansluitend op de Boulevard) en loopt door tot aan de duinen bij de Galgeweg (bij Hotel Westduin). De waterkering bestaat hier uit zowel een dijk als duinen. In januari 2009 zijn we gestart met de uitvoering van een dijkversterkingproject waarbij ook de ruimtelijk kwaliteit is verbeterd, in juni 2010 was het werk (grotendeels) klaar.</p> <p>Uitvoering</p> <p>We hebben de waterkering verstevigd, maar ook meteen de ruimtelijke kwaliteit aangepakt. Het gebied is dus flink op de schop gegaan. Zo maakten we de dijk overslagbestendig, werden de duinen breder en verbeterde projectbureau Zeeweringen aan de zeezijde de steenbekleding. Daarnaast creëerden we nieuwe fiets- en wandelpaden, parkeerterreinen en overgangen. In de toekomst komt er ook nog een nieuw natuurgebied.</p> <p>De duinen bij Nolle- Westduin zijn tussen de veertig en tachtig meter breder gemaakt. Dat deden we door zo'n 550.000 m3 zand uit zee te halen. Hoppers (speciale schepen) haalden het zand uit de Noordzee en brachten het naar het strand. Daar kon al het zeewater eruit lopen. Zodra het droog was, reden dumpers het over de duinen heen naar de landzijde. Daar maakten we er mooie nieuwe duinen van.</p> <p>De Nolledijk kreeg een stevige, nieuwe bekleding van asfalt aan de binnenkant zodat de dijk overslagbestendig werd. Als er tijdens een superstorm water overheen slaat, bezwijkt de dijk niet. Het asfalt dekten we af met een laag zand zodat de dijk het aanzicht heeft van een prachtig duin.</p> <p>Sommige stukken weg moesten verdwijnen omdat de dijk en duinen breder werden. De weg hebben we vervangen door nieuwe dijkovergangen, voetpaden en fietspaden. Ook zijn er nieuwe parkeerterreinen in het gebied aangelegd en een rotonde op de Burgemeester Van Woelderenlaan en Galgeweg. Onderaan de duinen ligt nu een mooi fietspad, zodat er vanaf de Boulevards een prachtige fietsroute ontstaat. Hulpdiensten kunnen deze fietsroute gebruiken als het nodig is, daarnaast gebruikt het waterschap de weg om onderhoud aan de waterkering uit te voeren. Ook bovenlangs kan er nu vanaf de Boulevards, over de Nolledijk gefietst worden tot aan</p>	 	<p>http://www.kustversterking.nl/projecten/nolle-westduin</p> <p>http://www.vlissingen.nl/zwakkeschakels</p>	<p>Geschikt</p> <p>Er is al een MKBA gemaakt</p> <p>Te groot voor een beperkte case studie</p>

	<p>de Burgemeester Van Woelderenaan.</p> <p>Stand van zaken Op 31 juni vierden we dat het project klaar is! Het grootste deel van het werk zit er op, maar in het najaar van 2010 moeten we nog een paar punten afmaken. Zo wordt het laatste helm nog ingeplant en maken we de overgangen af. Ook moet er nog een nieuw natuurgebied komen achter de duinen. Het ontwerp van dit gebied heeft begin 2010 ter inzage gelegen bij de gemeente Vlissingen. Op alle reacties is inmiddels antwoord gegeven. De grond voor het natuurgebied is nog niet aangekocht. Het hangt ook hier vanaf hoe lang het nog duurt voordat het waterschap kan beginnen met inrichten.</p>			
<p>Noordwaard</p> <p>Effect op:</p> <p>Veiligheid</p> <p>Natuur</p> <p>Recreatie en toerisme</p>	<p>De ontpoldering van de Noordwaard is één van maatregelen van het programma Ruimte voor de Rivier. Om bij hoge waterstanden meer rivierwater af te kunnen voeren, wordt de polder weer onderdeel van de overstromingsvlakte van de Nieuwe Merwede. Daardoor komt de polder ongeveer twee keer per jaar, bij hoge afvoeren, een periode onder water staan.</p> <p>Ter bescherming van het, in de Noordwaard gelegen, Fort Steurgat moet een nieuwe dijk worden aangelegd.</p> <p>Aanvankelijk was een 'traditionele' dijk gepland, met een hoogte van 5,5 meter boven NAP en steenbekleding aan de rivierzijde. Dat stuitte echter op veel weerstand van bewoners van het Fort, omdat de hoge dijk hun uitzicht zou beperken en een aantasting zou vormen van de Hollandse Waterlinie waar het fort een onderdeel van is. Een deels natuurlijke kering biedt hier uitkomst. Door voor de dijk een griend met wilgen aan te leggen, worden golven gedempt en hoeft de dijk minder hoog te worden. Uit onderzoek blijkt dat een honderd meter brede strook met wilgenbos de hoogte van één meter hoge golven met tachtig procent kan reduceren. Zo kan de dijk een stuk lager blijven en worden afgedekt met klei in plaats van met een steenbekleding. Bewoners en bestuurders staan positief tegenover deze innovatieve oplossing.</p> <p>Uitvoering De golfremmende waterkering wordt gevormd door een combinatie van een dijk (van 4,8 meter boven NAP) en een wilgenbos van ongeveer honderd meter breed. Het wilgenbos zal bestaan uit <i>Salix alba</i> en <i>Salix viminalis</i>, soorten die goed kunnen groeien bij hoge grondwaterstanden en golven kunnen weerstaan. Er worden ongeveer vier boompjes per vierkante meter geplant. De dijk wordt ter versteviging bekleed met klei. Dankzij de wilgen hoeft de dijk niet met steenconstructies te worden verstevigd. Dit bespaart in de aanleg en onderhoudskosten. Waterschap Rivierenland neemt het ontwerp geheel over en is daardoor ook verantwoordelijk voor het onderhoud van het wilgenbos. Voor optimaal beheer zijn verschillende scenario's verkend en doorgerekend met behulp van modellen. Daaruit volgt dat elke twee tot drie jaar snoeien optimaal is, om het bos voldoende dicht en gezond te houden. Elke keer wordt de helft van de bomen gesnoeid, zodat de golfdempende functie van het bos in stand blijft na het snoeien. De dijk zelf is onderhoudsarm en hoeft alleen te worden gemaaid.</p> <p>Kosten/baten De aanlegkosten van de golfremmende dijk zijn voor zover bekend</p>	 <p>Rapporten</p> <p>How ecological engineering can serve in coastal defense strategies, (2011). Auteurs: Borsje, B., B.K. van Wesenbeeck, F. Dekker, P. Paalvast, T.J. Bouma, M. van Katwijk en M.B. de Vries. Ecological engineering 37: 113-122.</p> <p>Bureau Noordwaard, (2008). Inrichtingsplan Ontpoldering Noordwaard.</p> <p>Deltares, (2009). Ontwerp groene golfremmende dijk Fort Steurgat bij Werkendam. Auteurs: M.B. de Vries en F. Dekker.</p> <p>Websites</p> <p>http://www.ruimtevoorderivier.nl/waar-doen-we-dit/projecten/noord-brabant/ontpol</p>	<p>Geschied, zoete variant</p> <p>-> Shortlist</p>	

	<p>1550 euro per meter lager dan die van een traditionele dijk; er hoeft bijvoorbeeld geen steenbekleding op het talud te worden aangebracht. De kosten voor beheer en onderhoud zijn volgens berekeningen twee euro per meter per jaar hoger. De golfremmende dijk heeft de volgende maatschappelijke baten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bescherming van Fort Steurgat bij hoogwater. • Betere inpassing in het landschap, doordat de dijk lager kan blijven en er geen verharding nodig is. De bewoners van het Fort houden zo een vrijer uitzicht. • Het griend verrijkt het landschap en heeft cultuurhistorische waarden (eeuwenoude traditie in moerassige gebieden). • Het griend vormt een nieuwe habitat voor flora en fauna op de overgang van land en water. • De wilgen vormen een reservoir voor de opslag van het broeikasgas CO₂. • De gesnoeide wilgentenen zouden gebruikt kunnen worden voor het vlechten van zinkstukken, of als biobrandstof. <p>(Bron: Zachte werken met harde trekken)</p>		<p>dering-noordwaard/</p> <p>http://combinatie-noordwaard.nl/</p>	
<p>Kop van het Land, Eiland van Dordrecht</p> <hr/> <p>Effect op:</p> <p>Veiligheid</p> <p>Recreatie en toerisme</p>	<p>Het eiland van Dordrecht bestaat uit stedelijk gebied, industrieel gebied, agrarisch gebied en natuur en recreatiegebied. De ontwikkelingsplannen zoals gepresenteerd in de Structuurvisie 2020 omvatten stedelijke ontwikkelingen binnendijks en buitendijks, natuurontwikkeling en infrastructuur ontwikkeling.</p> <p>Het eiland van Dordrecht heeft echter te maken met een hoog overstromingsrisico, bij overstromingen kunnen hoge waterdieptes optreden in Dordrecht en de tijd tot overstromen is voor sommige gebieden minder dan 9 uur. De Kop van 't Land is één van de zwakke punten volgens de bestaande toetsing. Volgens de nieuwe inzichten moet de dijk bij de Kop van 't Land juist meer worden versterkt dan waartoe de huidige regelgeving het waterschap Hollandse Delta verplicht. Het waterschap stopt er daarom zelf een paar miljoen extra in om de dijk op een sterkte van 1 : 10 000 in plaats van de wettelijk verplichte 1 : 2000 te brengen. Uit de gebiedspilot het eiland van Dordrecht bleek dat het realiseren van een deltadijk het overstromingsrisico flink zou kunnen reduceren (ongeveer 40 procent). De miljoenen die nodig zijn om er een echte deltadijk van te maken, kon het Rijk echter niet beschikbaar stellen.</p> <p>Uitvoering</p> <p>De kruin van de dijk wordt verhoogd, hiervoor wordt de Provincialeweg eerst gefaseerd verwijderd en opnieuw aangebracht. Het ontwerp voor Zeedijk houdt rekening met de cultuurhistorische waardevolle bebouwing bij Kop van 't Land. De woningen blijven allemaal gespaard door een damwandconstructie in de dijk aan te brengen. Uitzondering is de woning Zeedijk 34/36, welke is aangekocht door WSHD. Deze woning wordt geamoveerd om ruimte te maken voor een binnenwaartse asverschuiving. Deze verschuiving is nodig om de rijkhelling van de veerstoep aan de buitenzijde van de dijk te kunnen handhaven.</p> <p>De buitendijkse bebouwing is hoog gelegen, waardoor geen negatieve invloed bestaat op de macrostabiliteit. Het huidige buitentalud voldoet aan de stabiliteitseisen; wel moet rekening gehouden met een boomvrije zone.</p> <p>Speciale aandacht is nodig voor de aansluiting van de Zeedijk en de veerstoep op de Provincialeweg. Dit wordt in het detailontwerp ten behoeve van het bestek verder uitgewerkt.</p> <p>Baten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Veiligheid 	 <p>Rapporten</p> <p>Gebiedspilot meerlaagsveiligheid Eiland van Dordrecht, concept tussenrapportage (2011). Auteurs: Herk van, S., Kelder, E., Bax, J., Son van E., Waals, H., Zevenberge, C., Stone, K., Gersonius, B.</p> <p>Waterschap Hollandse Delta, Ontwerp projectplan dijkversterking eiland van dordrecht oost (2012). Auteurs: Arcadis.</p>	<p>Geschiedt, zoete variant</p> <p>Politiek mogelijk gevoelig</p> <p>-> Shortlist</p>	

	<ul style="list-style-type: none">• Meekoppelkansen dijkversterking en natuurontwikkelings langs (Wieldrechtse zeedijk)• Mogelijkheden voor functicombinaties (bijvoorbeeld met recreatie).			
--	--	--	--	--