

De kust – meer dan hoogwaterbescherming

Een verkenning van de baten van kustlijnzorg



UNIVERSITEIT TWENTE.

De kust – meer dan hoogwaterbescherming

Een verkenning van de baten van kustlijnzorg



Auteur

Tessa Andringa

Voorwoord

Voor u ligt het document “De kust – meer dan hoogwaterbescherming”. Een onderzoek naar de baten van kustlijn­zorg. Dit document is het verslag van mijn bachelorscriptie van de studie Civiele Techniek aan de Universiteit Twente die ik uitgevoerd heb in de maanden april, mei en juni 2015.

Het uitvoeren van deze bacheloreindopdracht gaf mij de mogelijkheid de theoretische kennis en vaardigheden die ik drie jaar lang opgedaan heb bij mijn studie, toe te passen in een onderzoek. Een onderzoek naar een, voor mij, geheel onbekend thema. Deze uitdaging ben ik aangegaan en heb ik met plezier kunnen voltooien.

Ik heb het onderzoek uitgevoerd voor en met begeleiding vanuit adviesbureau HKV lijn in water in Lelystad en Delft. Mijn onderzoek naar de baten van kustlijn­zorg paste daar binnen de groep rivieren, kusten en delta’s. Bij HKV kreeg ik de mogelijkheid een kijkje binnen het bedrijf te nemen en te leren hoe het er in de wateradvieswereld aan toe gaat, ik vond dit een erg leuke en nuttige ervaring.

Vanuit HKV ben ik bij het opstellen van mijn onderzoeksplan begeleid door Sonja Ouwerkerk, bij de start van mijn onderzoek heeft Joost Pol dit van haar overgenomen. Ik wil hen beiden hartelijk danken voor het op weg helpen in mijn onderzoek en bij HKV en het meermaals geven van feedback. Dit is van grote waarde geweest bij het tot stand komen van dit rapport.

Ook mijn begeleider vanuit de Universiteit Twente, Kathelijne Wijnberg, wil ik graag bedanken voor haar betrokkenheid en de goede adviezen zodat ik mijn onderzoek kon afkaderen en uitvoeren.

Als laatste wil ik ook graag mijn vriend, familie en vrienden bedanken voor hun tips en steun tijdens mijn stage.

Enschede, 7 juli 2015

Tessa Andringa

Samenvatting

In 1990 is een nieuw beleid ten aanzien van kustlijninzorg ingevoerd. Dit beleid, dat bestaat uit het uitvoeren van suppleties, wordt, met enkele aanpassingen, nog steeds gevoerd. Doel is om de kustlijnpositie te handhaven om op die manier het achterland beschermd te houden tegen overstromingen vanuit de zee. Voor de veiligheid is deze wijze doelmatig, echter dient de kust meerdere functies dan alleen veiligheid. Onduidelijk is echter wat de baten van kustlijninzorg zijn voor al deze functies. Dit onderzoek beschrijft wat deze functies zijn en geeft een eerste indicatie van de baten van kustlijninzorg voor deze functies.

Op basis van literatuuronderzoek zijn functies onderscheiden: binnendijkse veiligheid, buitendijkse veiligheid, strandrecreatie, waterwinning, natuurwaarden en gaswinning.

Binnendijkse veiligheid is over de gehele kust een functie. De indicator duinvoetpositie is bepalend voor de binnendijkse veiligheid; duinvoetachteruitgang leidt tot een vergroting van de faalkans van de duinen. Door de faalkansverandering met de schades bij een overstroming te vermenigvuldigen, kunnen voor iedere locatie de baten van kustlijninzorg berekend worden.

Buitendijkse veiligheid is volgens huidige studies vooral afhankelijk van het afslagprofiel en de optredende waterdiepte. In dit onderzoek konden deze niet bepaald worden waardoor er geen baten voor deze functie zijn.

Strandrecreatie kent vele vormen die verschillen in gewenste strandbreedte. Het verschil tussen de duinvoetpositie en de kustlijnpositie is de indicator voor deze functie. Een verandering in strandoppervlakte heeft een waarde van €80.000 per hectare. Wanneer extra strandoppervlak weinig extra voordelen meer heeft, is deze waarde 10 maal zo klein.

Drinkwaterwinning in de duinen gebeurt op enkele plekken langs de Hollandse kust. De indicator voor deze functie is de duinvoetpositie. Wanneer deze landwaarts verschuift komt het zoute zeewater ook verder landwaarts wat, wanneer het dicht genoeg bij het waterwinningsgebied komt, mengt met het zoete water. Door het verloren volume in zoet water te vermenigvuldigen met de jaarlijkse omzet per volume-eenheid, kunnen de jaarlijkse negatieve baten bepaald worden. Positieve baten zijn er niet voor drinkwaterwinning.

Voor het bestaan van natuur wordt een variabele waarde toegekend, afhankelijk van de leeftijd van de duinen. De indicator voor deze functie is duinvoetpositie. Verandering van deze positie leidt tot verandering in duinoppervlak wat na vermenigvuldiging met de waarde leidt tot de baten voor natuur.

Gaswinning komt weinig voor langs de Hollandse kust. Daarnaast vindt het dermate ver van de kust plaats dat verondersteld wordt dat suppleren hier geen effect op heeft.

Met de NourishmentTool is het effect van twee suppletiestrategieën op de duinvoetpositie en de kustlijnpositie doorgerekend, hiervoor is de Hollandse kust beschouwd in de periode 1990 – 2010. Allereerst is dit gedaan voor de situatie zonder suppleties (strategie [1]) en daarnaast met suppleties gesimuleerd zoals ze ook daadwerkelijk uitgevoerd zijn (strategie [2]). In situatie [1] verschuift zowel de kustlijn- als de duinvoetpositie in verloop van tijd bijna overal landwaarts, dit heeft voor iedere functie negatieve baten als gevolg. In situatie [2] liggen beide

posities bijna overal op of verder zeewaarts dan het geval was in 1990. Maar in elk geval nooit verder landwaarts dan de positie zou zijn in situatie [1]. Kustlijnzorg heeft dus voor alle locaties een positief effect op de kustlijn- en duinvoetpositie en daarmee op de baten. Voor situatie [2] zijn door dit positieve effect de jaarlijkse baten voor recreatie, natuur en veiligheid nu bijna overal positief, voor waterwinning zijn de baten op 0 uitgekomen.

Met name de baten van kustlijnzorg ten opzichte van niet suppleren voor recreatie zijn groot; zo'n 15 miljoen euro in 2010. Die voor natuur zijn significant kleiner (€2.500.000) door de lagere waarde voor natuuroppervlakte. De baten van veiligheid zijn nog lager dan natuur, ongeveer een miljoen euro in 2010. Dit komt omdat de veiligheid van de duinen op veel plekken al erg hoog is. Hierbij is alleen uitgegaan van binnendijkse veiligheid. Die van buitendijkse veiligheid zijn niet bepaald maar kunnen voor aanzienlijk hogere veiligheidsbaten zorgen. De baten van waterwinning zijn met een waarde van bijna één miljoen het laagst en bestaan enkel uit het naar 0 reduceren van de kosten.

Omdat er onzekerheden in de berekeningen zitten, kunnen de waardes van deze baten afwijken. Kwalitatief kan er echter wel geconcludeerd worden dat kustlijnzorg positief bijdraagt aan de functies van de kust; binnendijkse veiligheid, recreatie, waterwinning en natuur. Met name voor recreatie zijn de baten hoog. De andere functies hebben voordeel bij kustlijnzorg maar voor waterwinning en natuur aanzienlijk minder, voor binnendijkse veiligheid lopen de baten pas op langere termijn op.

Inhoud

Voorwoord	i
Samenvatting	iii
Inhoud.....	v
Lijst van tabellen	vi
Lijst van figuren	vi
1 Inleiding	1
1.1 Aanleiding en doel	1
1.1.1 Aanleiding	1
1.1.2 Hoofd- en deelvragen	1
1.1.3 Onderzoekskader	2
1.1.4 Methode.....	2
1.2 Leeswijzer	3
2 Functies en indicatoren.....	5
2.1 Veiligheid binnendijks	6
2.2 Veiligheid buitendijks	8
2.3 Strandrecreatie	9
2.4 Waterwinning.....	10
2.5 Natuurwaarden	11
2.6 Gaswinning	12
2.7 Conclusie.....	12
3 Effecten van suppletie strategieën.....	15
3.1 Resultaten NTool	15
3.2 Conclusie.....	18
4 Baten kustlijnzorg	19
4.1 Baten over de lengte van de kust	19
4.2 Baten in de tijd	21
5 Gevoeligheidsanalyse	23
6 Conclusie en aanbevelingen.....	27
6.1 Conclusie.....	27
6.2 Aanbevelingen	29
Bibliografie	31
Bijlagen	33
Bijlage A: Kustlijnzorg.....	35
Bijlage B: Functiekaart.....	37
Bijlage C: Uitgevoerde suppleties	38

Lijst van tabellen

Tabel 1: Economische schade overstroming en initiële faalkans	8
Tabel 2: Effect verandering drempelwaarde recreatie op baten recreatie	24
Tabel 3: Effect verandering drempelwaarde zoutwaterindringing op baten waterwinning	24
Tabel 4: Effect verandering gemiddelde duinvoetachteruitgang naar maximale duinvoetachteruitgang op baten binnendijkse veiligheid	25

Lijst van figuren

Figuur 1: Functiekaart deel van Noord - Holland (Rijkswaterstaat, 2013).....	5
Figuur 2: Relatie tussen verschuiving duinvoetpositie en faalkansverandering, (Giardino, Santinelli, & Vuik, 2014).....	7
Figuur 3: Ringdelen Zuid (dijkkring 14) en Noord Holland (dijkkring 13)	7
Figuur 4: Relatie tussen strandbreedte en baten recreatie	10
Figuur 5: Relatie tussen verandering duinvoetpositie en baten van drinkwaterwinning	11
Figuur 6: Relatie tussen verschuiving duinvoetpositie en baten natuur	12
Figuur 7: Kustlijnligging Hollandse kust in 2010 ten opzichte van 1990 voor situatie zonder [1] en met [2] suppleties en het verschil daartussen.....	16
Figuur 8: Duinvoetligging Hollandse kust in 2010 ten opzichte van 1990 voor situatie zonder [1] en met [2] suppleties en het verschil daartussen.....	17
Figuur 9: Jaarlijkse verandering kustlijnpositie en duinvoetpositie diverse kustvakken	17
Figuur 10: Verloop kustlijnligging tussen 1990 en 2010 op 104 km vanaf Hoek van Holland voor situatie zonder [1] en met [2] suppleties en het verschil daartussen	18
Figuur 11: Baten recreatie, waterwinning en natuur in 2010 voor Hollandse kust.....	20
Figuur 12: Baten veiligheid in 2010 voor Hollandse kust.....	20
Figuur 13: Totale baten per jaar - recreatie, waterwinning en natuur	21
Figuur 14: Totale baten per jaar – veiligheid	22
Figuur 15: Totale baten kustlijnverzorging in 2010 voor binnendijkse veiligheid, recreatie, waterwinning en natuur	22
Figuur 16: Methode van jaarlijkse toetsing (Rijkswaterstaat, 1991), vastlegging BKL	35

1 Inleiding

Nederland is een waterland en een groot deel van de Nederlandse landsgrens ligt aan de zee. De kust beschermt het land tegen deze zee. Door zowel golven als door de wind blijft de kustlijn niet op zijn plaats; erosie en aanzanding vinden plaats. Menselijk ingrijpen is voor het behouden van de kustlijn dus benodigd, dit kan aan de hand van zandsuppleties (Rijkswaterstaat, z.d.). Het huidige beleid van kustlijn­zorg is hierop gebaseerd. Doel is om de kustlijnpositie op dynamische wijze te handhaven. Meer informatie hierover staat in Bijlage A. Dit rapport beschrijft het onderzoek naar de baten van kustlijn­zorg.

1.1 Aanleiding en doel

Het huidige beleid ten aanzien van kustlijn­zorg is geëvalueerd, waar uiteindelijk het doel van dit onderzoek uit is gekomen. Deze aanleiding, en de invulling van het onderzoek staat beschreven in deze paragraaf.

1.1.1 Aanleiding

DHV (2005) concludeert in zijn onderzoek dat de huidige strategie 'handhaven' doeltreffend en doelmatig was op gebied van binnendijkse veiligheid: de waterkering is op peil gehouden en de veiligheid is op een duurzame manier gehandhaafd. Daarnaast is het volgens Witteveen en Bos en Rebelgroup advisory (2007) ook nog de meest kosteneffectieve strategie. Bij dit onderzoek is naar twee dingen gekeken. Allereerst zijn de kosten van de zandsuppleties tegenover de areaalwinst uitgezet. De strategie waarbij de minste kosten per vierkante meter areaalwinst benodigd zijn, scoort het best. Verder is geanalyseerd wat het evenwicht is tussen de kosten van suppleren en de vermindering van de kosten van maatregelen om de waterkering op wettelijk vereiste sterkte te houden. Deze twee studies samen beoordelen 'handhaven' als meest kosteneffectieve strategie. Echter wordt hier dus geen rekening gehouden met de mogelijkheid dat extra areaalwinst dusdanige (economische) voordelen heeft dat dit op kan wegen tegen de kosten van het suppleren. Aangezien de kosten van de verschillende strategieën erg dicht bij elkaar liggen kan alleen op basis van de kosteneffectiviteitsanalyse dus niet met zekerheid gezegd worden dat andere strategieën uitgesloten worden en "handhaven" de beste manier van kustlijn­zorg is. Nog onbekend is wat de meest efficiënte manier van suppleren is; een overzicht van baten is noodzakelijk voor de afweging. Door de baten in economische getallen weer te geven kan de 'winst' van het extra areaal, toegepast op meerdere functies, op een directe manier vergeleken worden met de kosten van het suppleren.

Met "de baten van kustlijn­zorg" worden de baten van alle functies van de kust bedoeld, dus niet alleen het beschermen van het achterland tegen overstromingen. Wanneer de verschillende functies en de baten van deze functies bekend zijn, kan van de baten een vergelijking gemaakt worden tussen de verschillende functies. Ten tweede geeft dit onderzoek een eerste opzet voor een afweging van de kosten van suppleties ten opzichte van de baten van kustlijn­zorg.

Dit leidt tot het doel van dit onderzoek:

Het in kaart brengen van de baten van kustlijn­zorg.

1.1.2 Hoofd- en deelvragen

Om het doel te bereiken is een onderzoek uitgevoerd naar de kustfuncties en de baten. Dit is gedaan aan de hand van 3 deelonderzoeksvragen die samen tot het antwoord op de hoofdonderzoeksvraag leiden. Deze hoofdvraag en de drie deelvragen luiden als volgt:

Wat zijn de maatschappelijke baten van kustlijn­zorg?

1. Welke functies dient kustlijnzorg en welke indicatoren zijn bepalend voor die functies?
2. Wat is de relatie tussen de indicatoren en de baten van de functies?
3. Wat is het effect van suppleties op de kustlijnindicatoren?

1.1.3 Onderzoekskader

Het onderzoek is uitgevoerd als vooronderzoek voor een project van HKV lijn in water. HKV lijn in water onderzoekt met behulp van de Asset Management methode of de doelmatigheid van de kustlijnzorg verhoogd kan worden. Met deze methode wordt getracht een optimale balans te vinden tussen prestatie, risico en kosten gedurende de gehele levensduur (Stronkhorst, Vuren, & Ouwerkerk, 2015). Hiervoor zal allereerst onderzocht moeten worden wat de baten zijn van kustlijnzorg en wat voor effect het huidige kustlijnzorgbeleid dus heeft gehad op de verschillende functies van de kustlijnzorg. Deze rol vervult dit onderzoek.

Vanwege de beperkte tijdsduur van dit onderzoek wordt alleen gekeken naar de twee suppletie strategieën 'niet suppleren' en 'suppleren volgens het uitgevoerde beleid'. Het onderzoek richt zich op de kust tussen Hoek van Holland en Den Helder, aangeduid als Hollandse kust. Hierbij is voor het onderzoeken en simuleren van de effecten van kustlijnzorg een tijdsperiode geschikt van 1980 tot heden. Deze begingrens is gekozen omdat in 1990 de eerste kustnota is uitbracht, op basis van metingen vanaf 1980. Het gebruikte model simuleert vanaf 1980 tot aan 2010 en in die simulatie bleek met name de strandbreedte in de eerste 10 jaar nog naar een evenwicht toe te gaan. Door de sterk veranderende strandbreedte in die jaren zijn de daaruit volgende baten niet realistisch, waarom gekozen is de resultaten enkel weer te geven voor 1990 tot en met 2010.

1.1.4 Methode

Het onderzoek is uitgevoerd als eerste stap van een maatschappelijke kosten baten analyse (MKBA). In dit onderzoek wordt alleen gekeken naar de baten van de effecten van kustlijnzorg, niet naar de kosten van het uitvoeringsbeleid. Een MKBA biedt voornamelijk inzicht in de ordegrrootte van de effecten, dit onderzoek sluit hier op aan. Hierdoor is in sommige gevallen een gegeneraliseerde waarde en/of een schatting gebruikt. Een MKBA maakt gebruik van de economische waarde, deze bestaat naast de financiële waarde (inkomsten voor mensen) ook uit andere vormen van welvaart voor de mens zoals het 'er zijn' van de natuur. Buiten beschouwing valt de 'intrinsieke waarde': het welzijn van plant en dier (Witteveen + Bos, 2006).

Om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden is begonnen met een literatuuronderzoek. Hierbij is de huidige kennis over de kustfuncties samengevat. Verder onderzoek in de literatuur levert vervolgens ook de economische waarden van diverse indicatoren op, dit is vervolgens gekoppeld aan de indicatoren van de verschillende gekozen functies. Hierbij is gebruik gemaakt van rapporten en wetenschappelijke artikelen beschikbaar op internet of bij HKV.

Een tweede stap is het modelleren van de effecten van zandsuppleties. Hiervoor is gebruik gemaakt van de Nourishment Tool (Ntool) van Deltares. Deze tool is ontwikkeld om te helpen in planning en ontwerp van een suppletie langs de kust en is met name geschikt voor toepassing op middellange termijn. Het is gebaseerd op het kustlijnmodel UNIBEST en gevalideerd voor de Hollandse kust voor de jaren 1980 tot 2010. Meer informatie is te lezen op de site van Deltares (Tool - Delft DB - Shoal Nourishment, 2013) en in het rapport van Deltares (Technical documentation of the Nourishment Impact Tool for the Dutch coast, 2012). Een korte beschrijving gebaseerd op deze bronnen staat hieronder weergegeven.

Als input is een tabel met suppleties vereist. Deze geeft voor ieder 500 meter vak langs de kust en voor ieder jaar de suppletiehoeveelheid weer.

Terwijl rekening gehouden wordt met zeespiegelstijging, wordt vervolgens aan de hand van het kustlijnmodel UNIBEST de kustlijnverandering berekend waarna een model voor eolisch transport de verandering in duinvoetpositie bepaalt. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de aanname dat zand vanaf het strand de duin aanvult, maar dat het strand een kritieke breedte van 80 meter heeft. Dit houdt in dat de strandbreedte in het model niet kleiner wordt dan 80 meter en dat wanneer er toch erosie optreedt, dit rechtstreeks aan het duin gemodelleerd wordt. Een tabel met voor ieder 500 meter vak en ieder jaar een duinvoetpositie en een kustlijnpositie vormt zo dus de output.

De Ntool is op enkele punten een versimpeling van de realiteit en het is daarmee vooral bedoeld om een indicatie van veranderingen van de kustlijnpositie en de duinvoetpositie te geven. Op deze manier is het geschikt voor de planning en ontwerpfase van een project, voor de daadwerkelijke constructie is een gedetailleerder model benodigd.

De versimpeling van de werkelijkheid houdt onder andere in dat er geen rekening gehouden wordt met het verschil tussen vooroever- en strandsuppletie. Daarnaast gebruikt de NTool een kritieke waarde van de strandbreedte van 80 meter over de gehele kust. Voor het startjaar 1980 wordt op iedere locatie de MKL de waarde 0 gegeven, de duinvoetpositie ligt op dat moment 80 meter verder landwaarts. Het model is hiermee niet geschikt om werkelijke strandbreedte te berekenen, echter kan verandering in strandbreedte wel berekend worden (Tools for medium- and long-term prediction of nourishments effects, 2013).

Met de NTool zijn zo de twee suppletiestrategieën doorgerekend: één zonder suppleties en één met het huidige suppletiebeleid. Dit modelleren resulteert in een (fictieve) kustlijnpositie en duinvoetpositie. De kustlijn- en duinvoetpositie van 1990 wordt als referentiewaarde gebruikt. Wanneer er niet wordt gesuppleerd is de verwachting dat de positie landwaarts schuift ten opzichte van de referentie. Bij toepassen van het huidige beleid moet de BKL gehandhaafd blijven. Het verschil tussen deze twee lijnen toont een eerste inzicht in de effecten van het huidige beleid.

Tot slot zijn de resultaten van de eerste en tweede onderzoeksvraag met elkaar gekoppeld, door het gevonden verband tussen de kustlijn- en duinvoetpositie en de baten van iedere functie. Er is een Matlabscript geschreven die de NTool-resultaten combineert met de gevonden relaties tussen kustlijnverandering en baten. Vervolgens worden die resultaten voor iedere functie, ieder jaar en voor ieder 500 meter-vak in tabel- en grafiekvorm weergegeven.

1.2 Leeswijzer

In dit rapport komen allereerst de twee delen van het onderzoek aan bod; in hoofdstuk 2 staan de theoretische bevindingen met de uitleg van de functies van de kust en de manier waarop de baten van deze functies gekwantificeerd worden. Hierin staan dus zowel de indicatoren als de economische waarden en worden de antwoorden op deelvraag 1 en 2 gegeven.

Hoofdstuk 3 omvat het tweede deel van het onderzoek: de resultaten van het modelleren van de suppletiestrategieën. Hierin is de output van de NTool omgerekend naar het effect op de indicatoren en wordt het antwoord gevormd op deelvraag 3.

Hoofdstuk 4 geeft vervolgens de koppeling tussen het eerste en het tweede deel van het onderzoek: oftewel van de baten behorend bij de indicatoren van de functies en de effecten van de suppletiestrategieën tot een overzicht van baten van kustlijnverzorg.

Een gevoeligheidsanalyse van enkele inputvariabelen is vervolgens te vinden in hoofdstuk 5.

In het laatste hoofdstuk is vervolgens een discussie te lezen van het gevoerde onderzoek. Op basis van de resultaten en de discussie wordt vervolgens een eindconclusie gegeven. Deze conclusie geeft de in 2010 totaal behaalde baten weer per functie en geeft zo een antwoord op de onderzoeksvraag. Na de conclusie wordt een overzicht van aanbevelingen voor vervolgonderzoek gegeven.

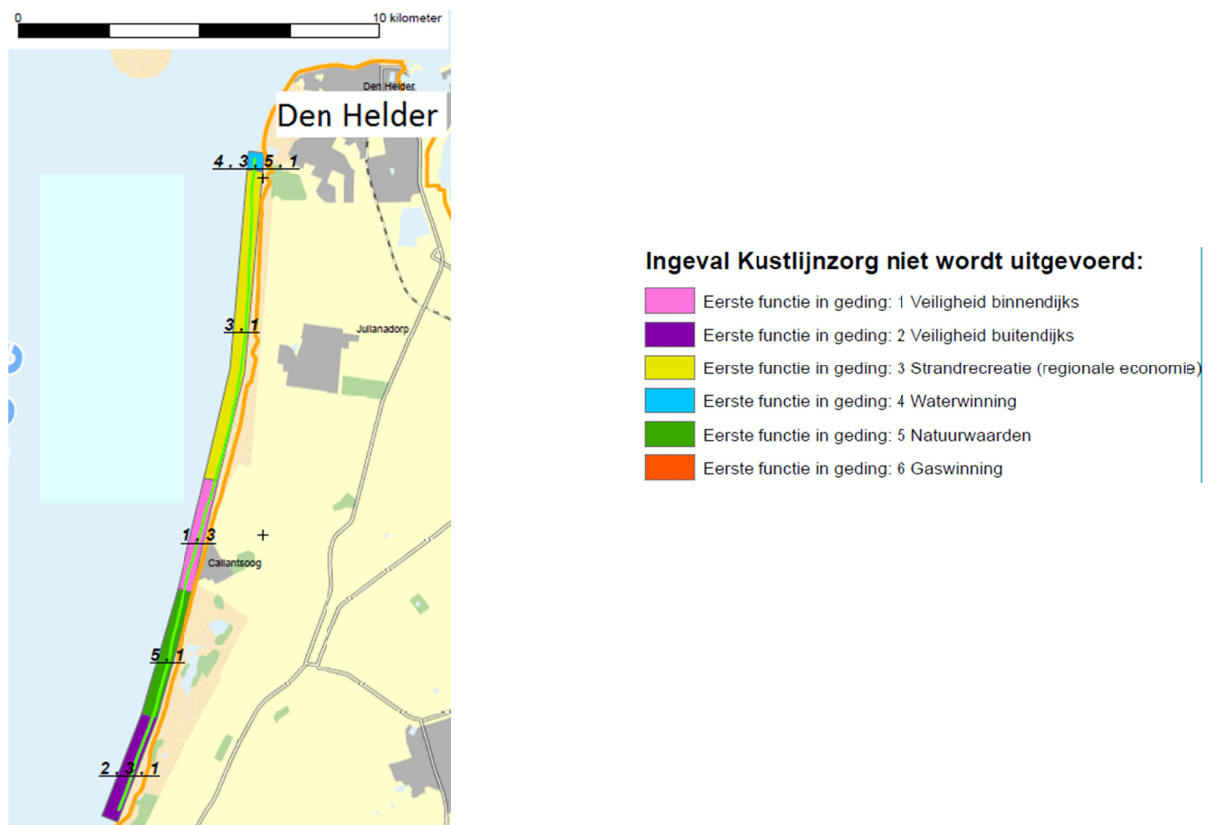
Het rapport bevat daarnaast nog 3 bijlagen.

2 Functies en indicatoren

Dit hoofdstuk behandelt de eerste en tweede deelonderzoeksvraag, namelijk: “Welke functies dient de kustlijn zorg en welke indicatoren zijn bepalend voor deze functies?” en “Wat is de relatie tussen de indicatoren en de baten van de functies?”. Dit hoofdstuk is ingedeeld aan de hand van de verschillende functies.

In eerste instantie wordt bij het noemen van de functie van de kust snel gedacht aan veiligheid. Het strand en de duinen zijn een barrière voor het zeewater en beschermen zo het binnenland tegen dit water. Maar veiligheid is niet het enige doel van de kustlijn zorg. Al in de probleemanalyse voorafgaand aan het opstellen van het huidige kustlijn zorgbeleid werd genoemd dat er meerdere “belangen en waarden” een rol spelen: gebruiksfuncties en natuurwaarden (Rijkswaterstaat, 1990). De belangrijkste functies in Nederland worden hierbij als volgt onderscheiden (Ministerie van Infrastructuur en Milieu - Rijkswaterstaat, 2013): veiligheid binnendijks, veiligheid buitendijks, strandrecreatie, waterwinning, natuurwaarden en gaswinning.

Kustlijn zorg heeft effect op al deze functies. De eerste functie die in geding komt bij achteruitgang van de kust wordt de primaire functie genoemd. Rijkswaterstaat heeft in 2013 een functiekaart gemaakt voor de gehele Nederlandse kust. Hierin staan voor ieder kustvak de functies weergegeven op volgorde van welke het eerst in geding komt, wanneer kustlijn zorg niet uitgevoerd wordt. De kaart is weergegeven in Figuur 1, maar in verband met de duidelijkheid van de figuur is slechts een deel van Nederlandse kust te zien. De gehele afbeelding staat in Bijlage A: Binnendijkse veiligheid is voor de gehele Hollandse kust een functie maar, zoals in de figuur te zien, lang niet altijd de primaire functie.



Figuur 1: Functiekaart deel van Noord - Holland (Rijkswaterstaat, 2013)

Voor iedere functie kan een (fysische) indicator aangewezen worden die aangeeft in hoeverre de kust voldoet aan die bepaalde functie. In de volgende paragrafen zijn de 6 functies toegelicht tezamen met de bijbehorende indicatoren.

Per functie wordt de indicator genoemd. Tenzij anders aangegeven wordt hierbij aangenomen dat bij het toenemen van de indicator de verandering in grootte van de economische waarde gelijk is als bij het afnemen van de indicator. Met andere woorden: wanneer bijvoorbeeld wordt gesteld dat het Y euro oplevert aan recreatie wanneer de kustlijn X meter zeewaarts verschuift, betekent dit dat het Y euro kost wanneer de kustlijn X meter landwaarts verschuift.

2.1 Veiligheid binnendijks

De eerste functie van de kustlijn is de binnendijkse veiligheid. De duinen en/of andere waterkeringen bieden het land wat er achter ligt bescherming tegen het zeewater. Op iedere plek aan de kust moet de waterkering voldoende bescherming bieden, waarvoor in de huidige Nederlandse wet een overschrijdingsfrequentie voor de Hollandse kust staat vastgesteld van 1/10.000 keer per jaar. Naar verwachting wordt in 2017 een meer doelmatige veiligheidsnormering wettelijk vastgelegd. Deze nieuwe normering kijkt naar het overstromingsrisico en is gebaseerd op overstromingskans (faalkans) en gevolgen in plaats van overschrijdingskans. Dit zorgt ervoor dat specifiekere gekeken kan worden wat exact het risico is en waar de sterke en zwakke plekken van de waterkering zitten (Rijkswaterstaat, z.d.).

Giardino, Santinelli en Vuik (2014) stellen de faalkans van de meest zeewaartse duinenrij als indicator voor de binnendijkse veiligheid. Eventuele verdere duinenrijen worden hierbij niet in beschouwing genomen. Afname van de faalkans door een grotere zandbuffer leidt tot een faalkansreductie wat de veiligheid ten goede komt.

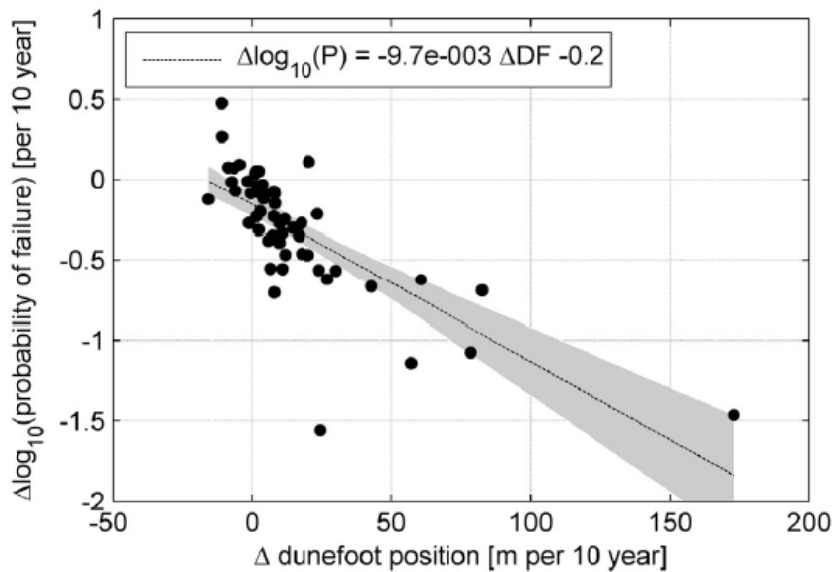
De baten van de functie binnendijkse veiligheid zijn uit te drukken als de reductie in het overstromingsrisico. Met hierbij het risico uitgedrukt als kans * gevolg. Om de baten te formuleren zijn dus de verandering in faalkans en de gevolgen van een overstroming benodigd; het gevolg is gedefinieerd als de economische waarde van de nadelige effecten van een overstroming.

De fysische indicator die gebruikt wordt om de faalkans en dus de baten met betrekking tot binnendijkse veiligheid te berekenen is de duinvoetpositie. Verschuiving van de duinvoetpositie staat voor een smallere/bredere duinenrij en daarmee voor een grotere/kleinere faalkans wat weer negatief/positief is voor de functie binnendijkse veiligheid. Door Giardino et al. (2014) is een relatie opgesteld tussen de verandering in faalkans (P) en de verandering van de duinvoetpositie (DF):

$$\Delta \log(P) = -9.7e^{-3} * \Delta DF - 0.2 \quad [1]$$

Dit verband is gevisualiseerd in Figuur 2.

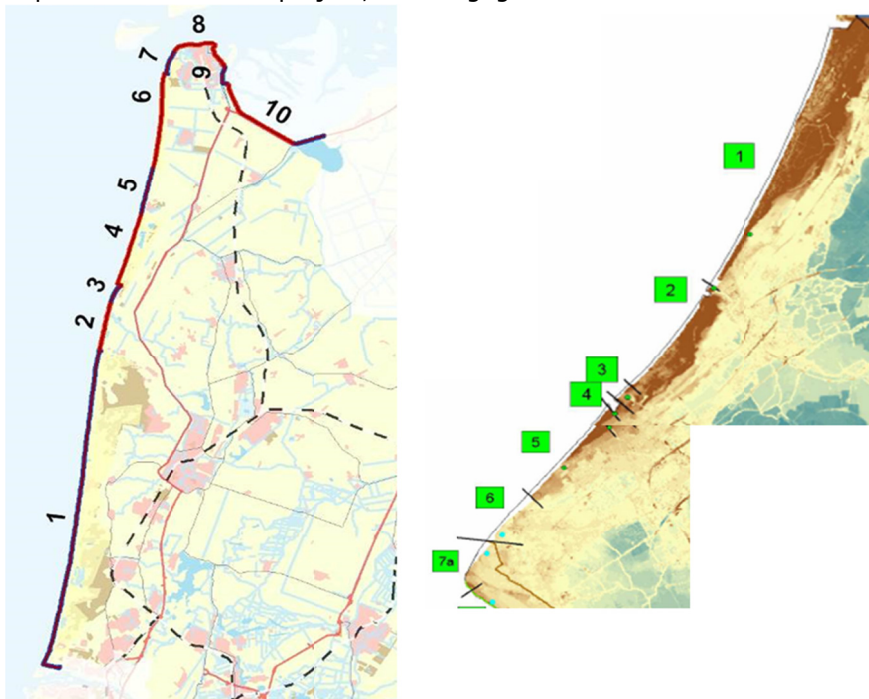
Door formule [1] te gebruiken kan een schatting gemaakt worden van de faalkansreductie bij het zeewaarts verplaatsen van de duinvoetpositie. Omdat de formule werkt met een faalkansverandering in verhouding tot de vorige faalkans is eerst een initiële faalkans benodigd.



Figuur 2: Relatie tussen verschuiving duinvoetpositie en faalkansverandering, (Giardino, Santinelli, & Vuik, 2014)

Initiële faalkans en overstromingsgevolgen

In 2014 is het project Veiligheid Nederland in Kaart (VNK) afgerond. Voor dit project is voor heel Nederland het risico op overstromingen in kaart gebracht. Hierbij is een overzicht gemaakt van de overstromingskansen en de gevolgen van een overstroming. Dit is gedaan aan de hand van ringdelen, waarbij een ringdeel beschreven wordt als een gedeelte van een dijkkring waarbinnen de locatie van de bres geen significante invloed heeft op het overstromingspatroon en de optredende schade (Vergouwe, 2014). De Hollandse kust valt binnen dijkkring 13 en 14 met beide 7 ringdelen, te zien in Figuur 3. De schade bij een overstroming en de faalkans, bepaald door het VNK project, is weergegeven in Tabel 1.



Figuur 3: Ringdelen Zuid (dijkkring 14) en Noord Holland (dijkkring 13)

De faalkans van duinen wordt volgens het onderzoek van VNK alleen duinafslag bepaald. De schade die ontstaat is de economische schade, slachtoffers worden in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten. De schades zijn in VNK bepaald voor 4 verschillende waterstanden; de waterstand met een jaarlijkse kans van optreden van 1/1.000 (Toetspeil - 1 Decimeringshoogte, TP - 1D), de waterstand met een jaarlijkse kans van optreden van 1/10.000 (TP), de waterstand met een jaarlijkse kans van optreden van 1/100.000 (TP + 1D) en de waterstand met een jaarlijkse kans van optreden van 1/1.000.000 (TP + 2D). De eerstgenoemde waterstand komt vaker voor en is dus lager. Een lagere waterstand betekent minder water dat het achterliggende land instroomt en dus ook minder schade.

De duinen moeten voldoen aan de norm van een overschrijdingskans van maximaal 1/10.000 per jaar maar op vele plekken is hij vele malen sterker: vooral in Zuid Holland hebben de duinen een erg lage faal- en overschrijdingskans. Bij een lagere faalkans hoort een hogere waterstand bij falen, daarom is bij een lagere faalkans ook een schadeklasse gekozen met een hogere waterstand. Voor ieder ringdeel is zo de bijpassende schadeklasse gekozen, waardoor deze verschillen tussen TP en TP + 2d. \

Ringdeel	Zuid Holland							Noord-Holland						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Initiële faalkans (1/jaar)	2.05 e-6	2.17 e-5	3.68 e-8	0	3.99 e-8	3.98 e-8	3.39 e-9	4.24 e-5	0	0	1.85 e-4	3.94 e-5	3.31 e-5	5.84 e-6
Schadeklasse	TP +2d	TP +1d	TP +2d		TP +2d	TP +2d	TP +2d	TP +1d			TP	TP +1d	TP +1d	TP +2d
Schade (miljoen €)	7378	5747	6578	15487	7651	7178	925	1231	24	64	144	466	941	939

Tabel 1: Economische schade overstroming en initiële faalkans

In Tabel 1 is voor 3 vakken een faalkans van 0 weergegeven, dit gaat om gebieden waar de faalkans niet gebaseerd is op duinfalen (Scheveningen en zeekering Petten) en dus niet op verschuiving in duinvoetpositie.

De NTool geeft de duinvoetachteruitgang per 500 meter vak terwijl de resultaten van VNK per ringdeel zijn gegeven. Er is gekozen om de resultaten van de 500 meter vakken om te rekenen naar de ringdelen. Andersom is niet mogelijk: de faalkans van een ringdeel kan niet zomaar omgerekend kan worden naar de faalkans per 500 meter vak. Om de faalkans te berekenen is ook de duinvoetachteruitgang van het ringdeel benodigd. Er is niet bekend wat exact het zwakste punt van de duin is en waar het duinvoetachteruitgang het grootste effect heeft, daarom is gekozen om gebruik te maken van het gemiddelde van de duinvoetachteruitgang van de 500 meter vakken die in het betreffende ringdeel vallen. Met deze gemiddelde duinvoetachteruitgang en de initiële faalkans kan zo, met formule [1], de faalkansverandering en faalkans berekend worden voor het eerste jaar. Samen met de schades die optreden bij een overstroming kan vervolgens voor ieder jaar de toe- of afname in risico berekend worden; de baten op gebied van binnendijkse veiligheid.

2.2 Veiligheid buitendijks

Op sommige locaties langs de kust is aan de zeezijde van de waterkering gebouwd. De wens is dat ook deze bebouwing zo min mogelijk schade krijgt door de zee. Bestaande schadefuncties voor buitendijkse bebouwing zijn gebaseerd op de frequentie van de optredende waterdiepte bij

de bebouwing. Suppleties hebben hier echter nauwelijks effect op. Om deze reden is gekozen buitendijkse bebouwing bij dit onderzoek buiten beschouwing te laten. Voor een alternatieve manier voor het bepalen van de effecten op buitendijkse veiligheid; zie paragraaf 6.2 Aanbevelingen.

2.3 Strandrecreatie

Strandrecreatie is een verzameling van vele recreatieactiviteiten op het strand. Dit bestaat uit sporten en het plaats laten vinden van evenementen, maar ook zonnebaden en/of wandelen behoren tot deze categorie. De mogelijkheid deze functie uit te voeren is voornamelijk gebaseerd op de breedte van het (droge) strand, dit wordt dus gezien als de indicator voor recreatie (van Balen, Vuik, & van Vuren, 2011). Hoe breder het strand, hoe meer recreanten er gebruik van kunnen maken en dus hoe groter de baten.

Uit onderzoek blijkt dat er een maximum zit aan de strandbreedte en de groei in het aantal bezoekers. Wanneer een strand breder is dan 50 meter trekt het geen extra bezoekers meer voor het zonnebaden, voor evenementen kan een breder strand wel gewenst zijn (Decisio, 2011). Ook heeft een zeer rustig strand geen baat bij vele extra kustmeters, een strand van 10 á 20 meter breed is dan al voldoende. Op basis van de aantallen recreatieve bezoekers en hun motief kan de strandbreedte volgens Decisio (2011) nu in 4 klassen gekwantificeerd worden:

- Sport-/evenementenstrand; 100 meter
- Hoog intensief gebruik, stedelijk recreatief strand; 80 meter
- Matig tot redelijk intensief gebruikt recreatief strand; 60 meter
- Rustig recreatief strand; 25 meter

De NTool maakt gebruik van een kritieke strandbreedte van 80 meter, en zoals bij de methode in hoofdstuk 1 beschreven, geeft dit dus niet met zekerheid de exacte strandbreedte weer, hierdoor kunnen bovenstaande grenzen niet rechtstreeks toegepast worden op de modeluitkomsten.

Er is daarom besloten een grens tussen 'benodigd strand' en 'niet-benodigd strand' te stellen bij een uit de NTool volgende strandbreedte van 100 meter. Deze waarde is gekozen na analyse van de gemodelleerde strandbreedtes en heeft als uitgangspunt dat extra strandbreedte overal gewenst is maar dat extra strand vanaf een bepaalde breedte (bijna) geen meerwaarde meer levert.

DHV (2007) geeft in zijn rapport aan, dat onderzoek van RIVM en SEO aanwijst, dat de waarde van toegankelijk kustgebied op 80.000 euro per hectare kan worden geschat, die van ontoegankelijk kustgebied op 8.000 euro per hectare. Deze waarde is bepaald aan de hand van wat men bereid is te betalen voor gebruik. Er wordt nu aangenomen dat wanneer het strand verbreed wordt tot aan de gestelde 100 meter, dit dan 80.000 euro per hectare oplevert (= €8 per m²). Extra meters strand zijn niet benodigd voor recreatie en daarom wordt voor deze extra meters aangenomen dat dezelfde waarde als niet toegankelijk natuurgebied gebruikt kan worden; €8.000 per m².

Dit levert de volgende economische waardering van de indicatoren op, waarbij b_{i-1} is de vorige breedte van het strand in meter, b_i is de nieuwe breedte van het strand in meter, l is de lengte van het strand wat in beschouwing wordt genomen in meter en $W_{n,s}$ is de waarde van het extra strand in euro's:

$$\text{Als } b_i > 100 \text{ en } b_{i-1} > 100 \text{ m} \rightarrow W_{n,s} = (b_i - b_{i-1}) * l * 0.8 \quad [2]$$

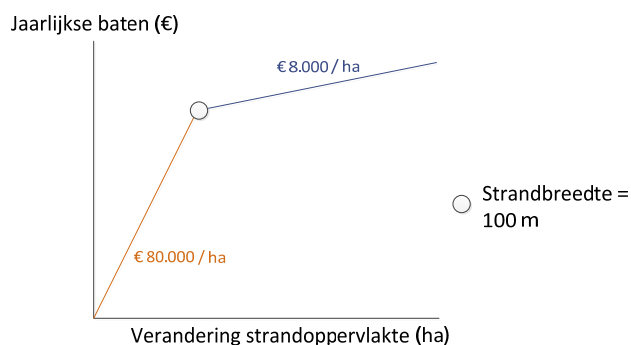
$$\text{Als } b_i > 100 \text{ en } b_{i-1} < 100 \text{ m} \rightarrow W_{n,s} = ((b_i - 100) * 0.8 + (100 - b_{i-1}) * 8) * l \quad [3]$$

$$\text{Als } b_i < 100 \text{ en } b_{i-1} < 100 \text{ m} \rightarrow W_{n,s} = (b_i - b_{i-1}) * l * 8 \quad [4]$$

$$\text{Als } b_i < 100 \text{ en } b_{i-1} > 100 \text{ m} \rightarrow W_{n,s} = ((b_{i-1} - 100) * 0.8 + (100 - b_i) * 8) * l \quad [5]$$

Hierbij is $W_{n,s}$ positief in geval van strandoppervlakte toename en negatief in geval van strandoppervlakte afname.

Een schets van deze relatie tussen de strandbreedteverandering en de baten van recreatie is weergegeven in Figuur 4. Deze bestaat uit twee lijnen; wanneer de strandbreedte voldoet aan de gestelde benodigde strandbreedte (100 meter), vindt de omslag van 80.000 euro/ha naar 8.000 euro/ha plaats.



Figuur 4: Relatie tussen strandbreedte en baten recreatie

Naast de waarde die gebruikers noemen voor het bestaan van een (kust)natuurgebied geven bezoekers geld uit in het gebied wat als recreatieve inkomsten wordt gezien. Een groter strand trekt meer bezoekers en levert dus meer winst op voor de omgeving. Echter zijn deze baten niet voor de gehele Nederlandse maatschappij maar enkel voor de selecte groep die een recreatief bedrijf heeft bij de kust. Gezien het doel van het onderzoek om de maatschappelijke baten in kaart te brengen wordt dit niet meegenomen in het batenoverzicht.

2.4 Waterwinning

De Hollandse duinen zijn een goede en veelgebruikte bron van drinkwater. In 2014 kwam ongeveer 1% van het drinkwater uit de duingebieden (Vewin). Naast het drinkwater dat al zijn oorsprong heeft in de duinen worden de duinen ook gebruikt voor infiltratie van rivierwater om het water op deze natuurlijke manier te zuiveren, beiden vallen onder de functie waterwinning. De functiekaart van Rijkswaterstaat laat zien dat waterwinning slechts op een aantal plekken langs de Hollandse kust plaatsvindt en dat het in veel van die gevallen ook gelijk de primaire functie is. Als indicator voor waterwinning wordt de duinvoetpositie gebruikt. Het grondwater in de duinen is zoet en moet dat, om gebruikt te kunnen worden voor drinkwater, ook blijven. Achteruitgang van de duinvoetpositie leidt tot verdere indringing van het zoute zeewater en dus tot negatieve gevolgen voor de waterwinning.

Het waterwingebied wordt beschouwd als een bel in het duin die volledig uit zoet water bestaat. Wanneer de duinvoetpositie verschuift, wordt aangenomen dat de grens aan de zeekant van de waterbel met dezelfde breedte verschuift. De zoetwaterbel wordt echter niet meteen aangetast bij kustachteruitgang, hiertussen zit een bufferzone. Pas bij een zeewaartse verschuiving van de duinvoetpositie groter dan deze buffer, zal er schade optreden. Wanneer de duingrens zeewaarts verschuift zijn er geen effecten op gebied van waterwinning: de bufferzone groeit in

dat geval. Kustlijnzorg heeft zo dus geen directe baten voor waterwinning, echter voorkomt het mogelijk wel verlies van waterwingebieden waardoor het dus toch baten oplevert.

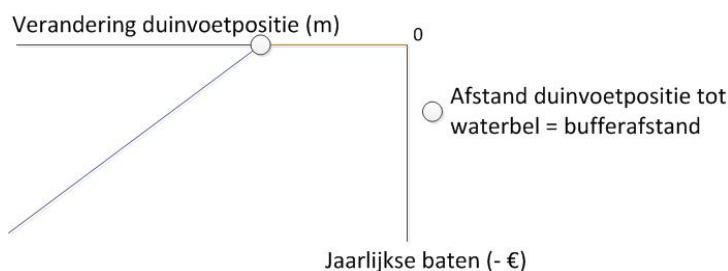
Wanneer een bepaalde hoeveelheid minder aan drinkwater gewonnen kan worden in de duinen moet dit op een andere plek gedaan worden. Volgens KIWA Water Research zijn de extra kosten voor grondwaterwinning in een nieuw waterwingebied circa 0,25 euro per m³ (Milieu- en Natuurplanbureau, 2007).

Het waterwingebied nabij Wijk aan Zee ligt zo'n 260 meter van de duinvoet vandaan. Het is ongeveer 500 meter lang en twee kilometer breed, zo blijkt uit gegevens die Van Schaick toont in haar rapport (2014). Het gebied heeft een jaarlijkse waterproductie van 66 miljoen m³. Uitgaande van de hiervoor genoemde afmetingen zou de oppervlakte van het verloren gebied dus vermenigvuldigd moeten worden met $66000000 / (500 * 2000) = 66$ m/jaar om het verloren jaarlijkse volume te verkrijgen.

Hiermee zijn de baten van de drinkwaterfunctie in euro's (B_w), bij b_d meter duinachteruitgang en in geval de buffer aangetast wordt:

$$B_w = -b_d * l * 66 * 0.25 \quad [6]$$

Een schets van deze relatie is weergegeven in Figuur 5. Een toename van de duinbreedte zal niet leiden tot positieve baten voor waterwinning, de buffer groeit dan dus.



Figuur 5: Relatie tussen verandering duinvoetpositie en baten van drinkwaterwinning

In Wijk aan Zee is waterwinning de primaire functie van de kust. Aangenomen wordt, aan de hand van die locatie, dat de duinvoetpositie maximaal 20 meter verder landinwaarts mag verschuiven tot er schade ontstaat voor de waterwinning. Voor alle plaatsen met waterwinning als primaire functie is deze aanname gebruikt. Wanneer waterwinning een secundaire functie betreft wordt een dubbel zo grote afstand, 40 meter, aangenomen als bufferafstand.

2.5 Natuurwaarden

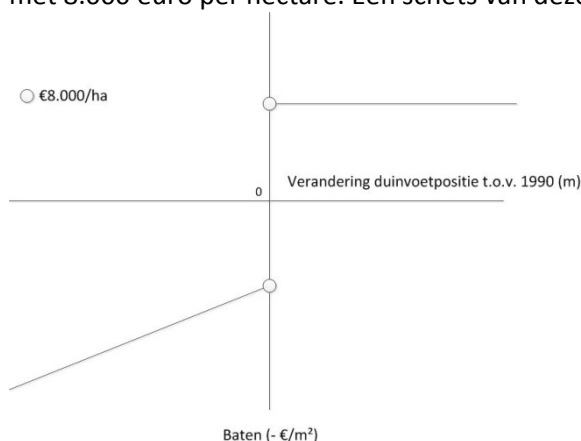
De kust en met name de duinen vormen een onderdeel van de natuur; een diversiteit van flora en fauna is hier aanwezig. Een groot deel van het gebied behoort tot de Natura 2000 gebieden (Stronkhorst & van Buren, 2012). Achteruitgang van de kustlijn betekent verlies in natuurareaal; de duinoppervlakte vormt hiermee de indicator voor de functie natuurwaarden. Ook de samenstelling en het gebruik van de duinen hebben effect op de natuurwaarde van de duinen. Zo zorgt een ander soort zand of een andere bodemvochtigheid voor andere vegetatie en het lokken van andere diersoorten. Het kustlijnzorgbeleid heeft echter alleen direct effect op de duinoppervlakte waardoor deze gekozen is als indicator voor natuurwaarden.

De waarde van natuur wordt in gedeelten opgesplitst. Zoals bij de waarde van recreatie al beschreven is, is de natuurwaarde van (ontoegankelijk) nieuw strand en duin 8.000 euro per hectare. Echter legt het rapport van Van Vuren (2000) uit dat niet voor alle duinen dezelfde waarde gebruikt kan worden. Zo zijn meer landinwaartse duinen ouder dan de zeewaartse jonge duinen. Deze oude duinen hebben een ander natuurlijk ecosysteem dan jonge duinen en

wanneer deze oude duinen verdwijnen, is, in tegenstelling tot de dynamische jonge duin, de kans klein dat een dergelijk ecosysteem weer terug komt. En als het terugkomt, duurt het vele jaren. Hierom wordt een lineair verband aangenomen tussen de afgeslagen duinbreedte, die bepaald wordt door het verschil van de duinvoetpositie van de oude (DV_{i-1}) en de nieuwe duin (DV_i), en de baten ($B_{d,n}$). Van Vuren stelt dat bij een teruggang van 150 meter er al duidelijk veel oude natuur verloren gaat. 150 meter wordt hierom aangenomen als afstand waarbij de waarde van het duin verdubbeld is. Startend met een waarde van 8.000 euro per hectare bij de duinvoet in 1990 ($DV = 0$) (DHV BV, H+N+S landschapsarchitecten & Alterra, 2007), volgt dan:

$$B_{d,n}(\text{€}) = \left(53.3 * \frac{DV_i}{2} + 8000 \right) * \frac{l}{10.000} * (DV_i - DV_{i-1}) \quad [6]$$

Een groei van de duinen wordt gezien als groei van jonge duinen en wordt daarmee gewaardeerd met 8.000 euro per hectare. Een schets van deze relatie is weergegeven in Figuur 6.



Figuur 6: Relatie tussen verschuiving duinvoetpositie en baten natuur

2.6 Gaswinning

De laatste functie van de Nederlandse duinen is gaswinning. Gaswinning vindt plaats langs de Nederlandse kust, maar als wordt gekeken naar enkel de Hollandse kust blijkt uit de functiekaart dat er maar op één plaats gaswinning plaatsvindt. Daarnaast stelt Van Schaick (2014b) dat dit ook dermate ver van de kust vandaan plaatsvindt, dat kustlijnverandering pas bij grote verandering invloed kan hebben op de gaswinning. Om deze redenen wordt de functie gaswinning niet verder meegenomen in het onderzoek.

2.7 Conclusie

In het begin van het onderzoek zijn drie deelonderzoeksvragen gesteld. De eerst twee daarvan kunnen beantwoord worden; betreffende :

1. Welke functies dient kustlijnzorg en welke indicatoren zijn bepalend voor die functies?
2. Wat is de relatie tussen de indicatoren en de baten van de functies?

Kustlijnzorg dient verschillende functies waaronder de volgende zes onderscheiden kunnen worden: binnendijkse veiligheid, buitendijkse veiligheid, strandrecreatie, waterwinning, natuurwaarden en gaswinning. Enkele functies gelden voor de gehele kust, zoals het verzorgen van binnendijkse veiligheid, andere alleen voor specifieke posities langs de kust. Voor dit onderzoek is een viertal functies gekozen, te weten binnendijkse veiligheid, strandrecreatie, waterwinning en natuurwaarden. Voor elk van deze functies is de kustlijnpositie en/of de duinvoetpositie bepalend als fysische indicator.

Voor binnendijkse veiligheid kunnen de baten bepaald worden aan de hand van de duinvoetpositie. Verschuiving van de duinvoetpositie heeft logaritmisch invloed op de faalkans van de duinen. Door het product van de faalkansverandering en de schade bij een overstroming worden vervolgens de baten berekend.

De baten van kustlijninzorg op gebied van strandrecreatie hangen af van de strandbreedte. Het verschil tussen de indicatoren kustlijnpositie en duinvoetpositie representeert deze strandbreedte. Door het verschil in strandbreedte te vermenigvuldigen met de lengte van het te onderzoeken gebied en de waarde van extra strandoppervlak kunnen de baten worden berekend. De waarde van dit strand bestaat uit twee categorieën. De eerste is extra strand wat ook daadwerkelijk gewenst is voor de recreatievoorziening, hiervoor heeft men jaarlijks €80.000 per hectare over. Voor extra strandoppervlak boven de maximaal benodigde strandbreedte grens is een waarde van €8.000 per hectare gehanteerd.

Voor waterwinning is duinvoetpositie de indicator. Wanneer de duinvoetpositie dermate ver landwaarts verschuift dat het zeewater het zoete water aantast komt de waterwinning in gevaar. Dit kost dan €16,50 per jaar per m³ volumeverlies voor drinkwateropslag.

Ook de baten van natuur zijn gerelateerd aan de duinvoetpositie. Duinvoetpositieverschuiving en daarmee oppervlakteverandering van de duinen als natuurgebied zorgen voor baten van €8.000 per hectare per jaar.

3 Effecten van suppletiestrategieën

De strategieën met en zonder suppleties zijn doorgerekend. De effecten op de kustlijnligging en de duinvoetpositie staan in dit hoofdstuk weergegeven.

3.1 Resultaten NTool

De Hollandse kust is ingedeeld in vakken van 500 meter breed, met het eerste vak startend bij Hoek van Holland en het laatste vak bij Den Helder. Voor ieder vak en voor ieder jaar (van 1990 tot en met 2010) is de ligging van de kustlijn en de duinvoetpositie ten opzichte van de referentiesituatie (1990) berekend. De berekeningen zijn voor twee situaties uitgevoerd; voor de situatie waarbij vanaf 1980 geen suppleties zijn uitgevoerd (hierna aangeduid als situatie [1]) en de situatie waarin er suppleties worden gemodelleerd zoals het in de betreffende periode ook daadwerkelijk uitgevoerd is (situatie [2]). In Bijlage C staat aangegeven wanneer en waar de suppleties zijn uitgevoerd.

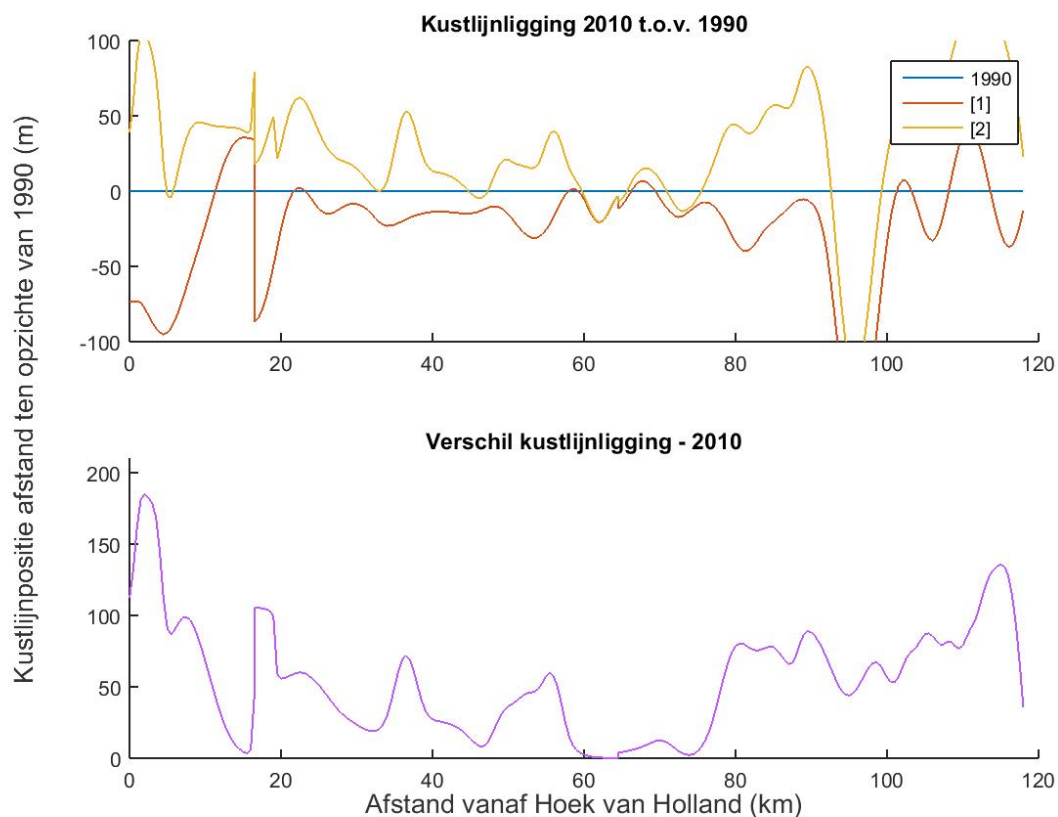
De kustlijnligging in 2010 voor de gehele Hollandse kust is voor beide situaties weergegeven in de bovenste grafiek van Figuur 7. De onderste grafiek laat het verschil in kustlijnligging zien tussen de situatie met en zonder suppleren. Figuur 8 laat een zelfde resultaat zien voor de duinvoetpositie.

Wanneer er geen suppleties worden gedaan, is te zien dat de kustlijn op de meeste plaatsen landinwaarts trekt. In 2010 ligt de kustlijn op sommige plaatsen zelfs tientallen meters verder landinwaarts dan de kustlijn in 1990. Op enkele plaatsen vindt aanzanding plaats en verschuift de kustlijn met enkele meters richting zee. Voor situatie [2] ligt de kustlijn in 2010 in de meeste gevallen op of verder zeewaarts dan de ligging van 1990 maar in elk geval altijd verder zeewaarts dan in situatie [1]. Dit resultaat komt overeen met het beleidsdoel van kustlijninzorg waarin de kustlijn gehandhaafd zou moeten blijven door het uitvoeren van suppleties. Eenzelfde verband als besproken voor de kustlijn is ook terug te zien in de effecten van de suppleties op de duinvoetpositie; suppleren leidt meestal tot een zeewaartse verplaatsing van de duinvoetpositie. De verschillen tussen situatie [1] en [2] zijn echter ongeveer een factor 0,5 keer zo groot.

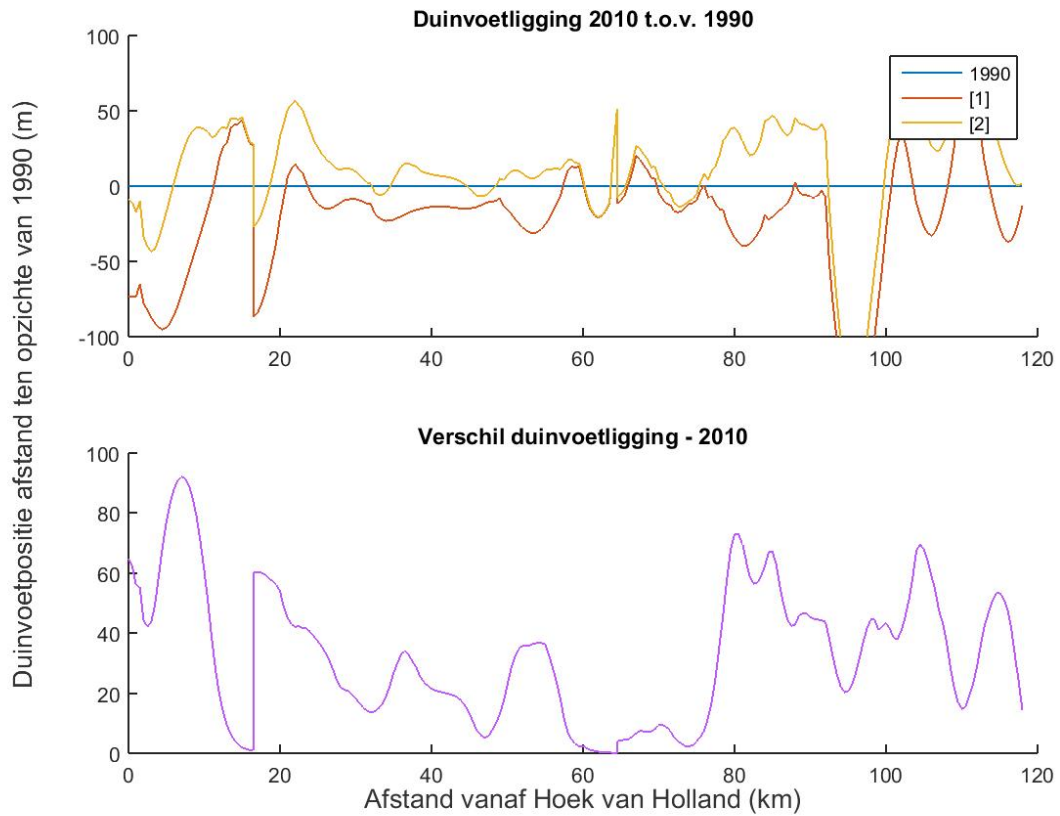
In beide figuren zijn enkele pieken en sprongen in de lijnen te zien. Rond kilometer 18 ligt de haven van Scheveningen, dit verklaart de plotselinge sprong in kustlijnligging. Aan de zuidzijde van de haven vindt aanzanding plaats en aan de noordzijde erosie. Een tweede (kleine) sprong is rond kilometer 65 bij IJmuiden, ook hier is de haven de oorzaak. Een diep dal in de kustlijnpositie is te zien tussen kilometer 90 en 100; op deze plek ligt de Hondsbossche en Pettemer zeewering. Deze harde zeewering bestaat niet uit duin en geeft daardoor afwijkende resultaten. Voor het vervolg worden de resultaten bij Petten buiten beschouwing gelaten. Grote pieken bij situatie [2] zijn vaak te verklaren doordat er in 2010 of enkele jaren daarvoor een grote suppletie is uitgevoerd. Na verloop van tijd zal deze suppletie zich uitspreiden in de breedte maar op het moment van suppleren geeft dit een grote piek in kustlijnverandering.

In Figuur 9 is voor enkele kustvakken de jaarlijkse verandering van de kustlijnpositie en de duinvoetpositie in verloop van tijd weergegeven. Iedere lijn representeert 1 specifiek kustvak, deze kustvakken zijn gelijk verdeeld over de lengte van de kust gekozen. De legenda geeft weer om welke kustvakken het gaat, waarbij het eerste vak de eerste 500 meter vanaf Hoek van Holland voorstelt. In deze resultaten is te zien dat in situatie [1] de jaarlijkse verandering van

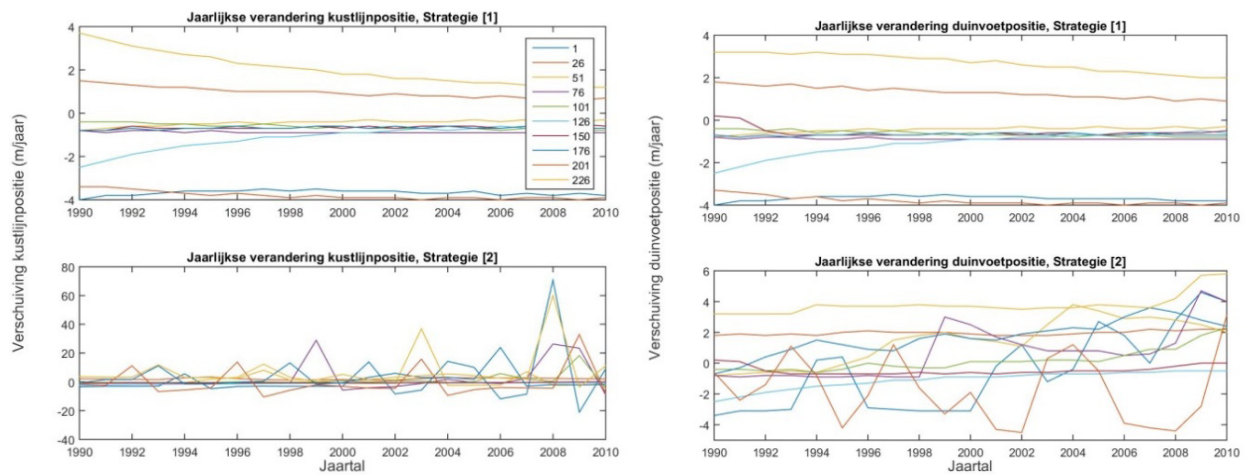
de kustlijnpositie en duinvoetpositie voor de meeste kustvakken erg klein en negatief is, met enkele afwijkende gevallen die uitschieten naar boven en beneden. De verschuiving van de lijnen vindt in de tijd dus vrij constant plaats voor situatie [1]. In situatie [2] zijn veel pieken te zien, deze worden veroorzaakt door de uitgevoerde suppletie, wat voor dat jaar en de daaropvolgende jaren een grotere verschuiving in kustlijn- en duinvoetpositie veroorzaakt. Om dit effect te verduidelijken is in Figuur 10 een figuur van één specifiek kustvak weergegeven (104 kilometer vanaf Hoek van Holland), dit is te zien in. De lijn presenteert de kustlijnligging per jaar waarin, zoals al af te leiden was uit Figuur 9, de positie zeewaarts verplaatst op moment van suppleren. Ander kustvakken laten eenzelfde beeld zien, echter verschilt het aantal pieken, de ligging van de pieken en de hoogte van de lijnen door het verschil in suppleties.



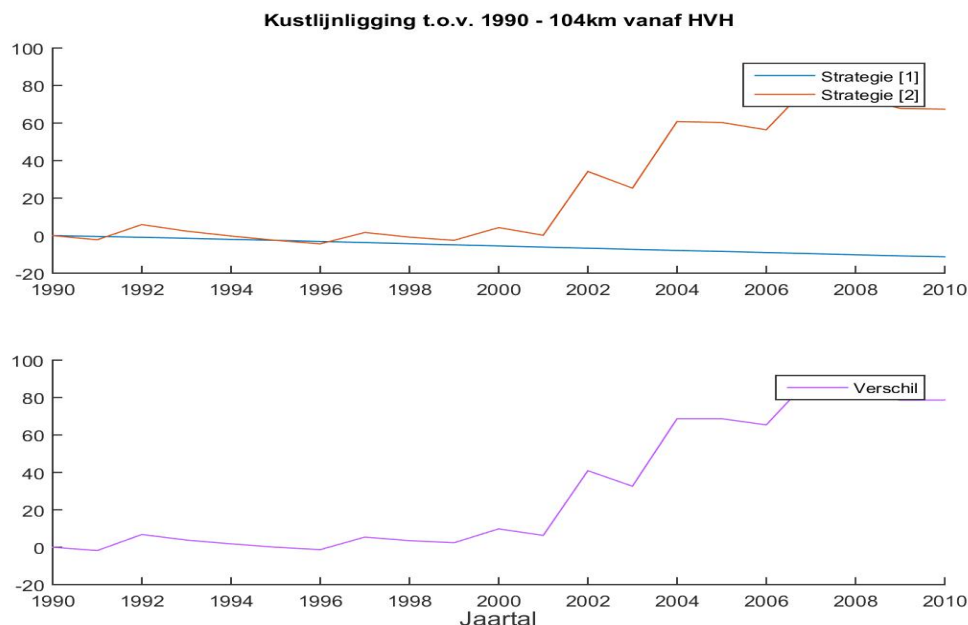
Figuur 7: Kustlijnligging Hollandse kust in 2010 ten opzichte van 1990 voor situatie zonder [1] en met [2] suppleties en het verschil daartussen



Figuur 8: Duinvoetligging Hollandse kust in 2010 ten opzichte van 1990 voor situatie zonder [1] en met [2] suppleties en het verschil daartussen



Figuur 9: Jaarlijkse verandering kustlijnpositie en duinvoetpositie diverse kustvakken



Figuur 10: Verloop kustlijnligging tussen 1990 en 2010 op 104 km vanaf Hoek van Holland voor situatie zonder [1] en met [2] suppleties en het verschil daartussen

3.2 Conclusie

Aan de hand van de bevindingen beschreven in dit hoofdstuk kan nu het antwoord op de derde deelvraag geformuleerd worden:

3. Wat is het effect van suppleties op de kustlijnindicatoren?

Wanneer er geen suppleties uitgevoerd worden, strategie [1], verschuiven zowel de kustlijnpositie als de duinvoetpositie in de meeste gevallen landwaarts. Een vrijwel constante afname is zichtbaar met zowel voor de kustlijnpositie als voor de duinvoetpositie een gemiddelde jaarlijkse verschuiving van ongeveer een meter landwaarts. Op slechts een paar locaties vindt natuurlijke aanzanding van strand en duin plaats.

Bij strategie [2], wanneer er wel suppleties uitgevoerd worden, is een ander resultaat zichtbaar. Op moment van suppleren verschuift de kustlijnpositie zeewaarts. Gedurende de jaren erna verspreidt het gesuppleerde zand zich, zowel opzij als van strand naar duin. Hierdoor is weer een afname in de kustlijnpositie te zien maar nu gecombineerd met een toename van de duinvoetpositie. Verder heeft het natuurlijke systeem ook weer effect op de indicatoren, beide posities schuiven steeds verder landwaarts maar over het algemeen wordt dit gecompenseerd door de suppleties.

Op iedere plek langs de Nederlandse kust is de kustlijn- en duinvoetpositie in 2010 in situatie [2] verder zeewaarts dan die in situatie [1].

4 Baten kustlijnzorg

Door het koppelen van de baten per functie en verandering van de indicatoren zijn de baten per functie, per kustvak en per jaar berekend. De baten van kustlijnzorg kunnen twee kanten op werken. Zo kan bijvoorbeeld nieuw areaal een positieve recreatiewaarde opleveren. Aan de andere kant kan verdwenen areaal een negatieve recreatiewaarde opleveren.

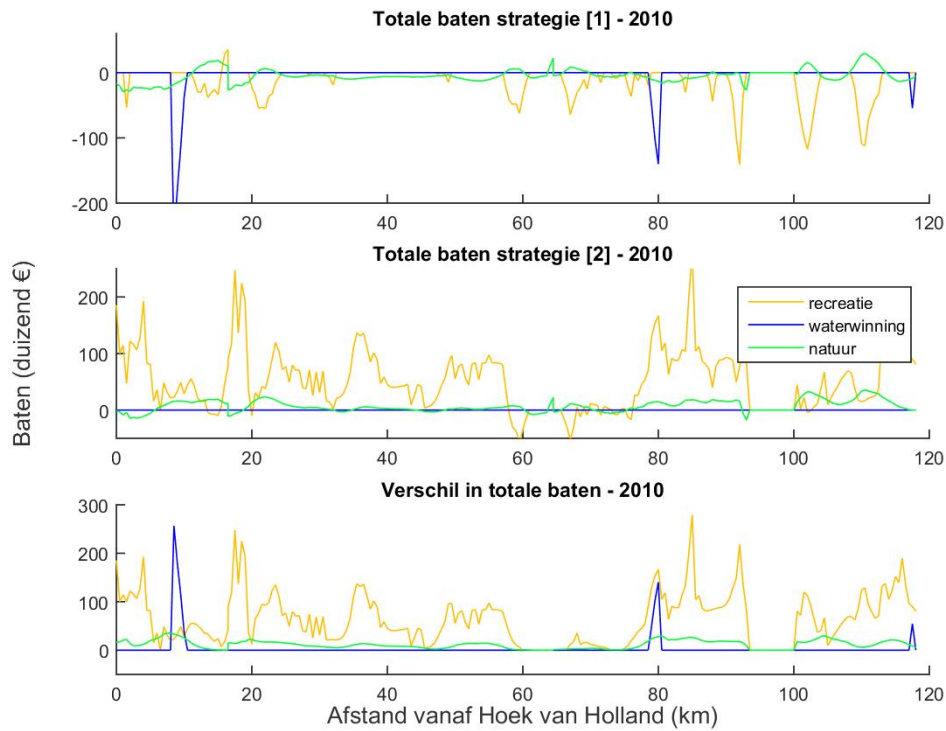
De volgende paragrafen laten de baten van kustlijnzorg zien.

4.1 Baten over de lengte van de kust

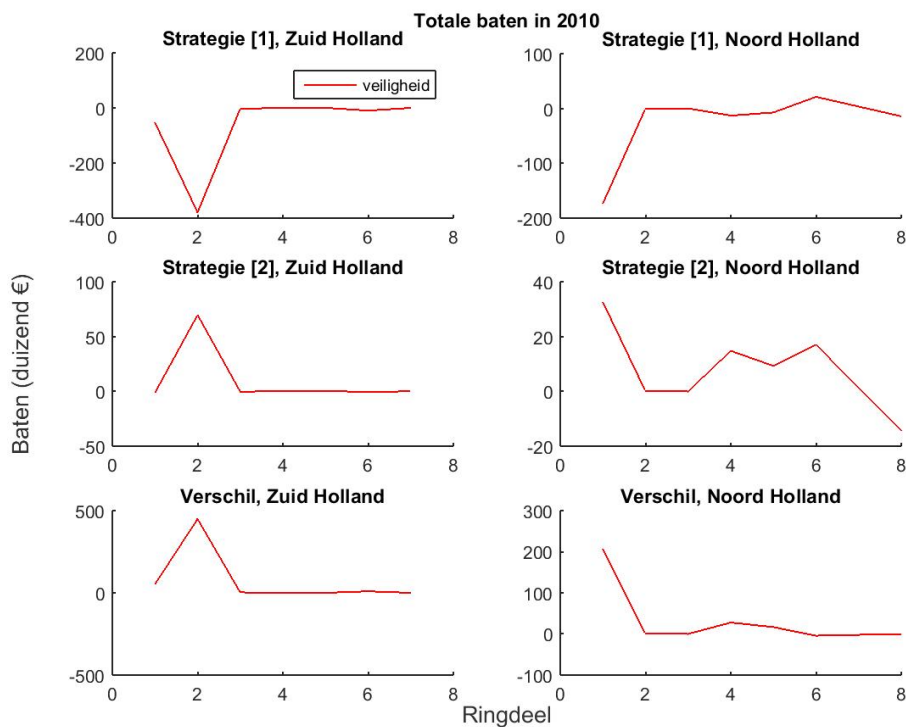
Wanneer de baten gesommeerd worden over de gesimuleerde tijd, zijn de totale baten per functie als een functie van de lengte van de kust het resultaat. Voor beide situaties is dit te zien in Figuur 11. Aangezien de baten op gebied van binnendijkse veiligheid niet per 500 meter maar enkel per dijkkring te berekenen waren, is dit in een aparte figuur geplaatst: Figuur 12. Het verloop van de lijnen is overeenkomstig met het verloop van de kustlijnpositie en/of van de duinvoetpositie. In situatie [1] zijn er bijna geen opbrengsten. Door het landwaarts verschuiven van zowel kustlijn- als duinvoetpositie stijgen de kosten voor alle 4 de functies. Voor situatie [2] zijn de opbrengsten juist overwegend positief: de zeewaartse verschuiving van de kustlijn- en duinvoetpositie dragen aan alle functies positief bij. Echter, nog niet op alle posities langs de kust zijn (voldoende) suppleties uitgevoerd waardoor er nog steeds een paar negatieve opbrengsten zichtbaar zijn.

Het verschil tussen de baten van situatie [1] en [2] zijn voordelen van wel suppleren ten opzichte van niet suppleren en daarmee de baten van kustlijnzorg. Door de hoge areaalwaarde van recreatie is met name bij deze functie een hoge opbrengst te zien, bij natuur ligt deze wat lager. Door de suppleties is op alle plekken de buffer voor waterwinning bewerkstelligd in 2010. Dit houdt in dat de kosten voor die functie voor situatie [2] 0 zijn, de baten van kustlijnzorg bestaan hier uit het volledig voorkomen van kosten voor waterwinning. Ook voor veiligheid zijn de baten relatief laag, dit komt omdat op de meeste plekken de faalkans al erg klein is, verandering van die faalkans heeft dus ook weinig effect. De grootste baten zijn dan ook bij de ringdelen met een hogere faalkans.

De baten van kustlijnzorg zijn over de gehele kust en voor iedere functie positief.



Figuur 11: Baten recreatie, waterwinning en natuur in 2010 voor Hollandse kust



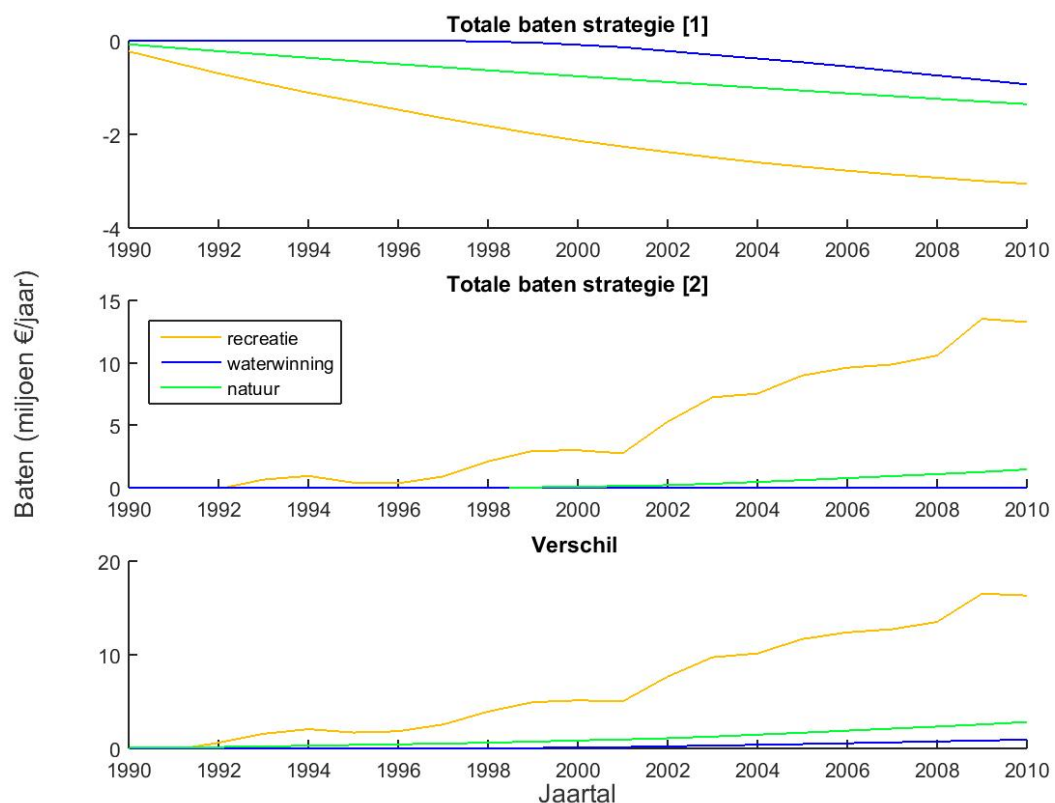
Figuur 12: Baten veiligheid in 2010 voor Hollandse kust

4.2 Baten in de tijd

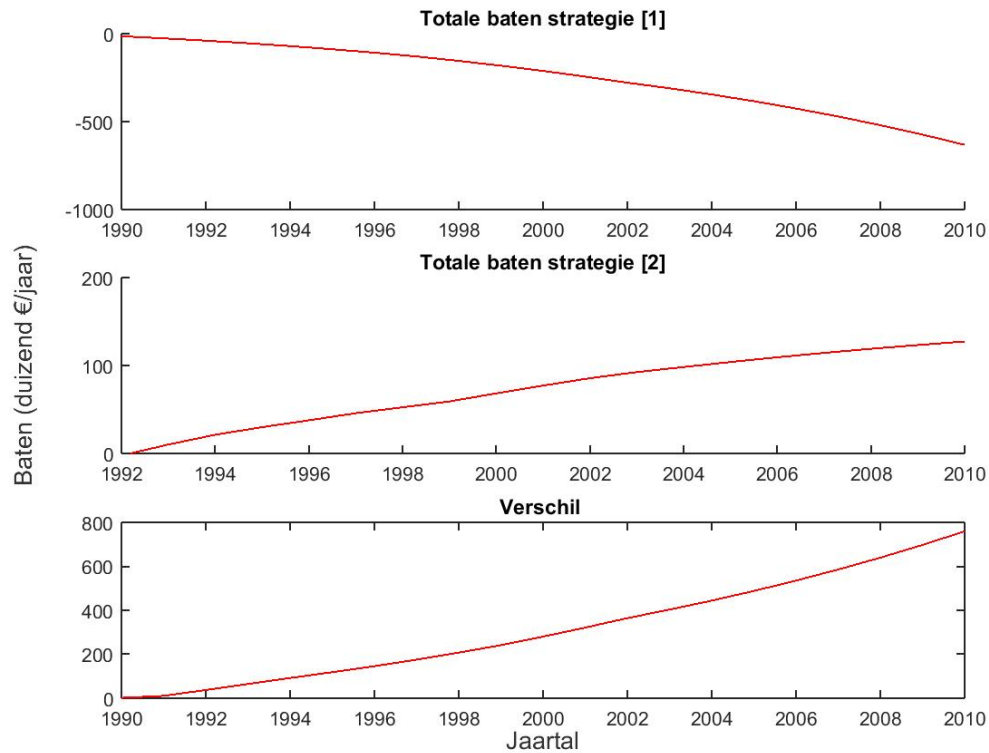
In Figuur 13 zijn de totale baten per jaar voor recreatie, waterwinning en weergegeven, dit is gesommeerd over alle kustvakken. Te zien is dat wanneer er niet gesuppleerd wordt (situatie [1]) er, naar eenzelfde verloop als die van de kustlijn- en duinvoetpositie, kosten ontstaan voor de functies en ieder jaar lopen die kosten op. Bij situatie [2] is een stijging met een grillig verloop zichtbaar, in de jaren dat er suppleties zijn uitgevoerd gaan de baten sterker omhoog dan in de andere jaren. De baten voor veiligheid uitgezet tegen de tijd staan weergegeven in Figuur 14. De kosten nemen na verloop van tijd steeds sterker toe vanwege het logaritmische verband tussen de verschuiving in duinvoetpositie en de baten van veiligheid.

In de onderste grafiek van beide figuren zijn weer de totale baten van kustlijn zorg zichtbaar, hierin valt op dat de baten ieder jaar stijgen, met een enkel uitzonderingsjaar waarin de baten gelijk blijven of licht dalen. Voor recreatie lopen de baten in de eerste jaren rustig op, maar gaan later sneller door richting de miljoenen. Ook voor de andere drie functies is met name een grote stijging in de baten te zien in de tweede helft van de tijdsperiode, echter in een andere ordegrrootte: de baten lopen op richting een waarde van een miljoen. Wanneer er op deze grafiek ingezoomd wordt op het jaar 2010, is het resultaat als in Figuur 15.

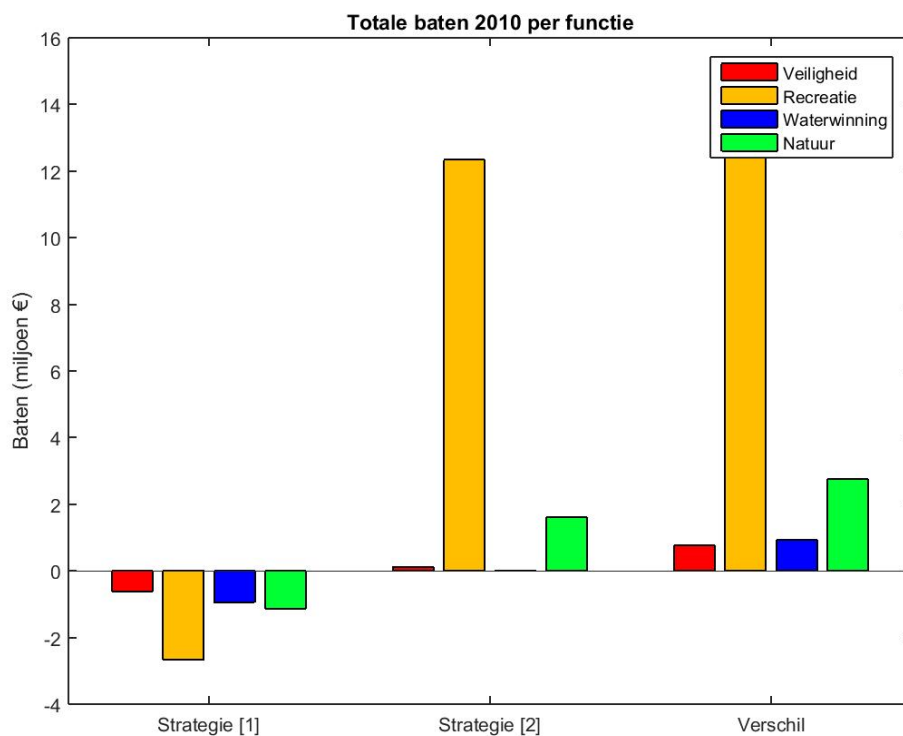
Hieruit volgt voor het jaar 2010 dat voor binnendijkse veiligheid de baten rond de miljoen euro liggen. Dit is relatief weinig vanwege de nu al zeer lage faalkans van de duinen. Voor recreatie zijn de baten beduidend groter; zo'n 15 miljoen euro. De negatieve baten van ongeveer een miljoen euro voor de functie waterwinning worden door kustlijn zorg geheel voorkomen en het extra natuurareaal wat er is door kustlijn zorg levert daarnaast nog 2,5 miljoen euro aan baten op. Dit maakt samen dat de baten van kustlijn zorg in 2010 zo'n 20 miljoen euro zijn.



Figuur 13: Totale baten per jaar - recreatie, waterwinning en natuur



Figuur 14: Totale baten per jaar – veiligheid



Figuur 15: Totale baten kustlijn zorg in 2010 voor binnendijkse veiligheid, recreatie, waterwinning en natuur.

5 Gevoeligheidsanalyse

Voor enkele inputvariabelen is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Hiervoor is de invoer gevarieerd ten opzichte van de gebruikte waarde in het onderzoek (aangegeven met 'standaard') en gekeken wat het effect is op de totale baten in 2010. Aangezien de keuzes voor de invoer erg onzeker zijn, kan deze gevoeligheidsanalyse inzicht geven in het effect van verandering in de betreffende waarde. Dit hoofdstuk bespreekt allereerst de onzekerheden en vervolgens de uitkomst van de gevoeligheidsanalyse.

Onzekerheden

Het bepalen van de baten is gedaan aan de hand van een Maatschappelijke Kosten Baten Analyse (MKBA). Bij een MKBA worden kwalitatieve gegevens kwantitatief gemaakt. Dit heeft als groot voordeel dat op deze manier goed een vergelijking gemaakt kan worden tussen verschillende functies. Echter zijn de getallen erg onzeker: ze zijn gebaseerd op schattingen en gemiddelden uit enquêtes (Mouter, 2013). De MKBA is zo een goed middel om de functies met elkaar te vergelijken, maar de geldwaarde zelf moet kritisch bekeken worden.

Op deze manier is ook de waarde voor recreatieareaal en natuurareaal bepaald. Respondenten hebben in een enquête aan moeten geven wat zij over hebben voor het 'bestaan' van natuur. De hieruit volgende waarde geeft een goede indicatie, maar is erg onzeker. Dit betekent dat de uiteindelijke resultaten, voor met name natuur en recreatie onzeker zijn. Daarnaast is, door een gemiddelde te gebruiken, de natuur langs de hele kust gegeneraliseerd. In werkelijkheid zal de natuur van gebied tot gebied op natuurlijke wijze van elkaar verschillen.

Naast de schattingen vanwege de MKBA zijn ook veel aannames gedaan wegens gebrek aan informatie. Met name over drinkwaterwingebieden zijn weinig data beschikbaar. Om deze reden is een schatting gemaakt van de ligging en grootte van deze gebieden wat vervolgens gegeneraliseerd is voor de gehele kust. In werkelijkheid zal dit echter variëren per gebied wat de baten zal doen veranderen.

De laatste vorm van onzekerheden hebben betrekking op het gebruikte model. De Nourishment Tool is ontwikkeld om een indicatie van kustlijnontwikkeling op een termijn van tientallen jaren weer te geven. De resultaten zijn dus niet nauwkeurig genoeg om een specifiek beeld te geven voor kortere termijn of kleinere gebieden. Voor het gebruikte termijn van 1990 tot 2010 is het echter goed genoeg om een beeld te geven van de ontwikkeling. Een voorbeeld van onnauwkeurigheid is dat de tool geen verschil maakt tussen het type suppletie (vooroever-, strand- of duinsuppletie), hoewel deze in werkelijkheid wel voor verschil in ontwikkeling van de kustlijnpositie en duinvoetpositie zorgen ten opzichte van elkaar.

In dit onderzoek zijn de baten bepaald aan de hand van de fysische indicatoren van de functies; duinvoetpositie en kustlijnpositie. Hierbij moet opgemerkt worden dat de baten van suppleties niet alleen hieruit bestaan. De suppleties verschillen in eigenschappen, wat ook weer effecten op de functies heeft. Het zou bijvoorbeeld verschil kunnen maken hoe vaak een suppletie uitgevoerd wordt, met wat voor suppleermethode het gebeurt en wat de eigenschappen van het zand zijn. Zo heeft het kustlijnbeleid dynamisch handhaven een positief effect op de natuur doordat het meer plant- en vogelsoorten aantrekt (Arens & Mulder, 2008). Dit onderzoek houdt hier geen rekening mee. Dit is belangrijk te realiseren maar is niet meegenomen in de gevoeligheidsanalyse omdat er niet direct inputvariabelen aan gerelateerd zijn.

Economische waarde

Voor alle 4 de functies is een specifieke waarde gebruikt die rechtstreeks vermenigvuldigd wordt met de indicator. Er is dus een lineair verband tussen de economische waarde en de baten. Verdubbeling van de waarde van bijvoorbeeld natuur van 8.000 euro per hectare naar 16.000 euro per hectare, zal daarmee ook een verdubbeling van de baten opleveren (in 2010 van 2,8 miljoen euro naar 5,6 miljoen euro). Voor binnendijkse veiligheid kan zo gevarieerd worden tussen de schade bij TP, TP - 1d, TP + 1d en TP + 2d.

Drempelwaarde recreatie

Wanneer de strandbreedte een bepaalde grens bereikt, verandert de waarde van dit extra strand van €80.000 per hectare naar €8.000 per hectare. Deze drempelwaarde is in het onderzoek ingesteld op 100 meter waardoor de baten in 2010 voor recreatie uitkomen op 15 miljoen euro. Zonder drempel of met een veel lagere drempel variëren de totale baten. De uitkomsten staan in Tabel 2. 80 meter is in het model de kritieke en dus minimale strandbreedte. Dit zorgt ervoor dat alle toename in strandbreedte met de lage strandwaarde wordt vermenigvuldigd. Strandafname wordt wel gewaardeerd met de hoge strandwaarde. Wanneer ook strandafname met het lage bedrag wordt gewaardeerd zijn de totale baten zoals verwacht 90% gedaald.

	Baten verschil [1] en [2] (miljoen €)	Verskil t.o.v. standaard
Drempelwaarde 100 m (standaard)	15	±0%
Geen drempel	18,5	+23%
Drempelwaarde 90 m	13	- 13%
Drempelwaarde 85 m	10	- 33%
Drempelwaarde 80 m	5	- 73%
Drempelwaarde 0	1.8	- 90%

Tabel 2: Effect verandering drempelwaarde recreatie op baten recreatie

Drempelwaarde zoutwaterindringing

Wanneer de duinvoetgrens ten opzichte van 1990 ver is teruggetrokken, wordt de drinkwatervoorziening aangetast. Voor alle locaties is daarom een afstand (drempelwaarde) van 20 meter gekozen. Een grotere drempelwaarde zorgt ervoor dat de watervoorziening minder snel aangetast wordt zoals te zien in Tabel 3. Vanaf een waarde van 20 meter is in situatie [2] geen sprake meer van schade, vanaf drempelwaarde 40 meter ook in situatie [1] niet meer.

	Baten [1] (miljoen €)	Baten [2] (miljoen €)
Drempelwaarde 5 m	-5	-0.96
Drempelwaarde 10 m	-2.7	-0.23
Drempelwaarde 20 m (standaard)	-0.93	0
Drempelwaarde 30 meter	-0.38	0
Drempelwaarde 40 m	-0.11	0
Drempelwaarde 60 m	-0	0

Tabel 3: Effect verandering drempelwaarde zoutwaterindringing op baten waterwinning

Duinvoetachteruitgang

De NTool geeft de duinvoetachteruitgang per 500 meter vak langs de kust. Het overstromingsrisico, behorende bij de functie binnendijkse veiligheid, wordt echter bepaald per

ringdeel. Hiervoor is de duinvoetachteruitgang voor alle vakken in dat ringdeel benodigd. Gekozen is hiervoor de gemiddelde duinvoetachteruitgang te nemen. Wanneer de maximale duinvoetachteruitgang gebruikt wordt, zorgt dit voor andere resultaten zoals te zien in Tabel 4. Hieruit valt af te lezen dat wanneer maximale duinvoetachteruitgang gebruikt wordt, de kosten bij strategie [1] veel hoger zijn en er ook nog kosten blijven wanneer er wel gesuppleerd wordt (strategie [2]). Het verschil in baten is ongeveer gelijk.

	Baten [1] (miljoen €)	Baten [2] (miljoen €)	Baten verschil [1] en [2] (miljoen €)
Gemiddelde achteruitgang (standaard)	-0.6	0.4	1
Maximale achteruitgang	-1.9	-1	0.9

Tabel 4: Effect verandering gemiddelde duinvoetachteruitgang naar maximale duinvoetachteruitgang op baten binnendijkse veiligheid

Conclusie

Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat het variëren van de inputvariabelen wisselend invloed heeft op de uitkomst. Enkele hebben grote invloed op de uitkomst, de keuze van de waarde van de inputvariabele is dus erg belangrijk. Met name de drempelwaarde van recreatie van 100 meter naar beneden bijstellen heeft grote effecten op de totale baten van recreatie, naar boven bijstellen veel minder. Ook het aanpassen van de drempelwaarde van waterwinning heeft beduidend gevolgen voor de totale baten. Wanneer de drempelwaarde omlaag wordt bijgesteld, lopen de kosten op en zullen er zelfs negatieve baten in situatie [2] ontstaan. Een hogere drempelwaarde levert juist veel minder negatieve baten op. Het gebruiken van maximale duinvoetachteruitgang in plaats van de gemiddelde duinvoetachteruitgang zorgt dat het verschil in baten voor veiligheid tussen het wel en niet toepassen van suppleties nauwelijks verandert. De kosten in situatie [1] worden weliswaar ruim drie keer zo groot, maar daarnaast blijkt ook situatie [2] negatieve baten op te leveren waardoor het verschil tussen beide situaties ongeveer gelijk blijft.

6 Conclusie en aanbevelingen

Dit hoofdstuk geeft eerst een kritische analyse van de bevindingen. Vervolgens worden er conclusies getrokken die antwoord geven op de onderzoeksvraag. In de laatste paragraaf volgen de aanbevelingen voor vervolg onderzoek.

6.1 Conclusie

Uit het onderzoek van de drie deelvragen zijn vier functies gekomen waar in dit onderzoek de baten voor zijn bepaald; veiligheid binnendijks, recreatie, natuur en waterwinning. De baten van al deze vier functies zijn te herleiden naar de kustlijnpositie of de duinvoetpositie. De ontwikkeling van deze twee indicatoren is berekend met de NTool. Door de koppeling tussen de effecten van de suppleties op de indicatoren en de economische waarde van de indicatoren te maken is het antwoord op de hoofdvraag te formuleren.

Wat zijn de maatschappelijke baten van kustlijnzorg?

Een gevoeligheidsanalyse leert dat de berekende getallen in veel gevallen sterk afhankelijk zijn van de gebruikte aannames. De baten kunnen daarom niet met grote precisie aangenomen worden. Wel geven de waarden een kwalitatief antwoord op de hoofdvraag.

Kustlijnzorg dient verschillende functies van de kust, die onder te verdelen zijn in de zes functies; veiligheid binnendijks, veiligheid buitendijks, strandrecreatie, waterwinning, natuurwaarden en gaswinning.

Binnendijkse veiligheid

Binnendijkse veiligheid is op iedere locatie langs de kust een functie. Vanuit de natuurlijke wijze zorgen de duinen voor bescherming van het achterland tegen het zeewater. De duinen hebben op de meeste plekken een zeer kleine faalkans: rond de 1/1.000.000 per jaar. Kustlijnzorg zorgt voor verbreding van de duinen waarmee de faalkans daalt, dit is voordelig ten opzichte van de situatie zonder suppleren waarbij de duinen juist krimpen en de faalkans stijgt. Maar omdat de faalkans al dermate klein is, zorgt kustlijnzorg, bij gebruikmaking van de meest waarschijnlijke inputvariabelen voor relatief lage baten: ongeveer een miljoen euro in 2010. Op een termijn van een paar decennia lijken de baten voor deze functie laag ten opzicht van de andere functies, echter nemen de baten met de loop van de tijd steeds sterker toe waardoor er geconcludeerd kan worden dat kustlijnzorg wel degelijk invloed heeft op de binnendijkse veiligheid.

Buitendijkse veiligheid

Op enkele plekken langs de kust wordt ook in de buitendijkse zone gebouwd. De schade bij buitendijkse bebouwing wordt bepaald aan de hand van de optredende waterstand. Kustlijnzorg zorgt voor verbreding van het strand en duin maar niet voor een verandering in waterstand. Kustlijnzorg heeft daarom dus geen directe baten op gebied van buitendijkse veiligheid.

Strandrecreatie

Een belangrijke functie van de kust is het faciliteren van strandrecreatie. Met verschillende motieven komen mensen vanuit het binnen- en buitenland naar de kust om te recreëren, variërend van sport tot zonnebaden. De strandbreedte is op veel plaatsen kleiner dan gewenst voor recreatie. Kustlijnzorg zorgt voor verbreding van het strand wat direct invloed heeft op de recreatiebeoefening. Daarom, en gezien de relatief hoge waarde van beschikbaar

strandrecreatieareaal, zijn de baten van recreatie groot; volgens de meest waarschijnlijke schatting zo'n 15 miljoen euro in 2010. Verandering van de waarde van extra strandareaal heeft echter met een lineair verband sterk effect op de totale baten van recreatie. Ook verschuiving van de drempelwaarde van de maximaalbenodigde strandbreedte naar beneden zorgt voor beduidend lagere baten. Recreatiebaten kunnen daardoor hoger of beduidend lager uitvallen, echter kan wel geconcludeerd worden dat deze ten opzichte van de andere 3 functies groot zijn.

Waterwinning

Op enkele plekken langs de kust worden de duinen gebruikt voor drinkwaterwinning. Achteruitgang van de duinvoetpositie leidt tot infiltratie van het zoute zeewater in de drinkwatergebieden. Dit volume kan vervolgens niet meer gebruikt worden. De weinig beschikbare details over de (ligging van de) waterwingebieden hebben geleid tot een grove schatting van de baten: ongeveer 1 miljoen euro in 2010. Deze ontstaan doordat de gebieden aangetast worden wanneer er geen suppleties uitgevoerd worden. Kustlijnzorg lost dit probleem volgens de berekening overal op. Dit is echter wel sterk afhankelijk van de aanname in bufferzoneafstand en van de specifieke afmetingen en productie van het betreffende waterwingebied, waardoor de baten een paar keer zo groot kunnen zijn of juist een waarde van 0 kunnen bereiken maar in de meest waarschijnlijke situatie, in vergelijking tot de andere functie, een klein aandeel levert in de totale baten.

Natuurwaarden

De duinen vormen een groot stuk natuur: een diversiteit van flora en fauna is aanwezig. Duinvoetachteruitgang leidt tot verdwijnen van natuurareaal. Andersom leidt kustlijnzorg op sommige locaties tot verbreding van duinoppervlak en daarmee tot extra natuurgebieden. Aan natuurgebieden kan een economische waarde gekoppeld worden. Vermenigvuldigd met de oppervlaktewinst door kustlijnzorg leidt dit in 2010 tot €2.500.000 als baten voor de natuur. Deze baten zijn lineair afhankelijk van de economische waarde van natuuroppervlakte waardoor door de onzekerheid van deze economische waarde de baten hoger of lager uit kunnen vallen. Geconcludeerd kan worden dat de baten voor natuur, in een ordegrootte van enkele miljoenen, zeker aanwezig zijn.

Gaswinning

Een laatste functie van de kust is gaswinning. De enkele gas-winlocaties langs de Hollandse kust liggen dermate ver van de kust vandaan dat kustlijnzorg hier geen effect op heeft en dus zijn er geen baten voor de functie gaswinning. Andersom kan gaswinning wel effect hebben op kustlijnzorg; gaswinning kan tot bodemdaling leiden wat door suppleties eventueel weer aangevuld moet worden om andere functies niet in het geding te laten komen.

Aan de hand van de verandering in duinvoetpositie en kustlijnpositie door de suppletiestrategieën kan geconcludeerd worden dat het huidige zorgbeleid van de kustlijn voor de functies binnendijkse veiligheid, recreatie, waterwinning en natuur positieve baten oplevert. Een kwantitatieve indicatie geeft een totaal aan baten voor de 4 functies van ongeveer 20 miljoen euro in 2010. Door de onzekerheden kan deze waarde miljoenen afwijken. Kwalitatief kan geconcludeerd worden dat met name de functie 'recreatie' baat heeft bij de suppleties. Binnendijkse veiligheid heeft baat bij kustlijnzorg, echter is dit effect beter zichtbaar op termijn van meerdere decennia. Waterwinning en natuur hebben ook baat bij kustlijnzorg, echter liggen deze waarden lager dan die van recreatie.

6.2 Aanbevelingen

Aan de hand van de resultaten van dit onderzoek kunnen enkele aanbevelingen voor vervolgonderzoek gedaan worden.

Aantal functies

In totaal zijn er 6 functies voor de kust te onderscheiden. Echter zijn maar voor 4 van deze functies baten berekend. Aanbevolen wordt dit voor meer functies te doen zodat er een uitgebreider en daarmee completer overzicht van baten van kustlijnzorg gegeven kan worden. Voor de functie buitendijkse veiligheid wordt aanbevolen onderzoek te doen naar het afslagprofiel van buitendijkse bebouwing.

Nauwkeurige input

Zoals aangegeven is het onderzoek op vele schattingen gebaseerd. Met name informatie over waterwingebieden miste. Het gebruik van deze exacte gegevens zal echter een beter beeld van de effecten van kustlijnzorg op de drinkwaterwinning kunnen bieden. Hiervoor is de afstand van ieder waterwingebied tot de duinvoetpositie benodigd evenals de grenzen tussen zout, brak en zoetwater. Aanbevolen wordt daarom de eigenschappen van de waterwingebieden te implementeren in het onderzoek naar baten.

Wat betreft de functie recreatie zouden de baten gedetailleerder bepaald kunnen worden door het gebruik maken van daadwerkelijke strandbreedte. Op deze manier kan de drempel van maximaal nuttige strandbreedte per locatie vergeleken worden met de actuele strandbreedte op die locatie. Zo kan voor ieder locatie specifiek bepaald worden wat de waarde is van extra strandoppervlakte.

De baten voor de functie natuur zouden voor een nauwkeuriger resultaat gespecificeerd moeten worden per locatie. De natuur is overal anders, zij verschilt in vegetatie en rijkheid van diersoorten. De waarde van het verdwijnen van deze natuurgebieden voor verschillende locaties verschilt dus ook van elkaar. Aanbevolen wordt daarom om voor ieder natuurgebied in de duinen de eigenschappen vast te stellen zodat daar een specifieke economische waarde aan toegekend kan worden.

Voor de functie veiligheid wordt aanbevolen per ringdeel voor ieder moment te onderzoeken wat de zwakste locatie in de duinen is. Op die plek zal het duin waarschijnlijk ook gaan falen.

Wanneer de duinvoetverschuiving voor ieder 500 meter vak gekoppeld kan worden aan de locatie van falen kunnen de baten nauwkeuriger berekend worden.

Afweging verschillende strategieën

In dit onderzoek is een indicatie gegeven van de baten van kustlijnzorg. Dit is gedaan voor twee suppletie strategieën; niet suppleren en suppleren volgens het uitgevoerde beleid. De resultaten tonen aan dat suppleren nuttig is, echter niet welke suppletie strategie de meeste baten (ten opzichte van de suppletiekosten) heeft. Aanbevolen wordt dus de baten van kustlijnzorg voor meerdere suppletie strategieën door te rekenen zodat een afweging gemaakt kan worden wat de beste strategie is voor alle functies.

Bibliografie

- Arens, S., & Mulder, J. (2008, September). Dynamisch kustbeheer goed voor veiligheid en natuur. *Land + Water*, pp. 33 - 35.
- Decisio. (2011). *Ruimte voor recreatie op het strand; onderzoek naar een recreatiebasiskustlijn*. Deltares . (2013, September 16). *Tool - Delft DB - Shoal Nourishment*. Opgeroepen op April 2015, van <https://publicwiki.deltares.nl/display/BWN/Tool+-+Delft+DB+-+Shoal+Nourishment>
- Deltares. (2012). *Technical documentation of the Nourishment Impact Tool for the Dutch coast*. DHV. (2005). *Beleidsvaluatie 'Dynamisch handhaven'*.
- DHV BV, H+N+S landschapsarchitecten & Alterra. (2007). *MKBA - versterking delflandse kust*. Giardino, A., den Heijer, K., Santinelli, G., & van der Werf, J. (2013). *Tools for medium- and long-term prediction of nourishments effects*. Deltares.
- Giardino, A., Santinelli, G., & Vuik, V. (2014). Coastal state indicators to assess the morphological development of the Holland coast due to natural and anthropogenic pressure factors. *Ocean & Coastal management*, pp. 93-101.
- HKV lijn in water. (2014b). *Kustlijnzorg - suppleties en functiekaarten*.
- Milieu- en Natuurplanbureau. (2007). *Maatschappelijke kosten-batenanalyse van de Nederlandse bodemsaneringsoperatie*.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu - Rijkswaterstaat. (2013). *Beschrijving functiekaart kust Nederland*.
- Mouter, N. (2013, maart). *Factsheet MKBA*. Opgeroepen op juni 2015, van MKBA informatie: www.mkba-informatie.nl
- Rebelgroup advisory en Witteveen en Bos. (2007). *Economische analyse kustlijnbeleid*.
- Rijkswaterstaat. (1989). *Kustverdediging na 1990*.
- Rijkswaterstaat. (1990). *Discussienota kustverdediging na 1990*.
- Rijkswaterstaat. (1991). *De basiskustlijn*. Ministerie van verkeer en waterstaat.
- Rijkswaterstaat en STOWA. (z.d.). *Dynamisch kustbeheer*. Opgeroepen op April 2015, van Kustbeleid: http://www.dynamischkustbeheer.nl/content/content.asp?menu=10360000_000000
- Rijkswaterstaat. (z.d.). *Helpdesk water*. Opgeroepen op 2015, van <http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/waterveiligheid/primaire/toetsen/wti2017-ontwikkeling/wti2017-vnk2/voorgenomen-overstap/>
- Rijkswaterstaat. (z.d.). *Kustonderhoud*. Opgeroepen op April 2015, van http://www.rijkswaterstaat.nl/water/veiligheid/bescherming_tegen_het_water/veiligheid_smaatregelen/kustlijnzorg/
- Stowa. (z.d.). *Effect van zandsuppleties op de kust en het wad*. Opgehaald van Deltaproof: http://www.deltaproof.nl/pdf/Effect_van_zandsuppleties_op_de_kust_en_het_wad.aspx?rId=23
- Stronkhorst, J., & van Buren, R. (2012). *Ruimtelijke verdeling van functies langs de Nederlandse kust in relatie tot het dynamisch handhaven van de kustlijn*. Deltares.
- Stronkhorst, J., Vuren, v. S., & Ouwerkerk, S. (2015). *Projectplan Asset management en kustlijnzorg*.
- van Balen, W., Vuik, V., & van Vuren, S. (2011). *Indicatoren voor kustlijnzorg*. HKV.
- Vergouwe, R. (2014). *De veiligheid van Nederland in kaart*. Rijkswaterstaat Projectbureau VNK.
- Vewin. (sd). *Kerngegevens drinkwater 2014*.
- Vuik, V., & Balen, W. v. (2012). *Overstromingskansen van de Nederlandse kust*. HKV lijn in water.

Vuren, S. v. (2000). *BKL: van BaisKustLijn naar Bede KustLijn*. Enschede: Universiteit Twente.
Witteveen + Bos. (2006). *Kentallen waardering natuur, water, bodem en landschap -
hulpmiddel bij MKBA's*. Ministerie van LNV.

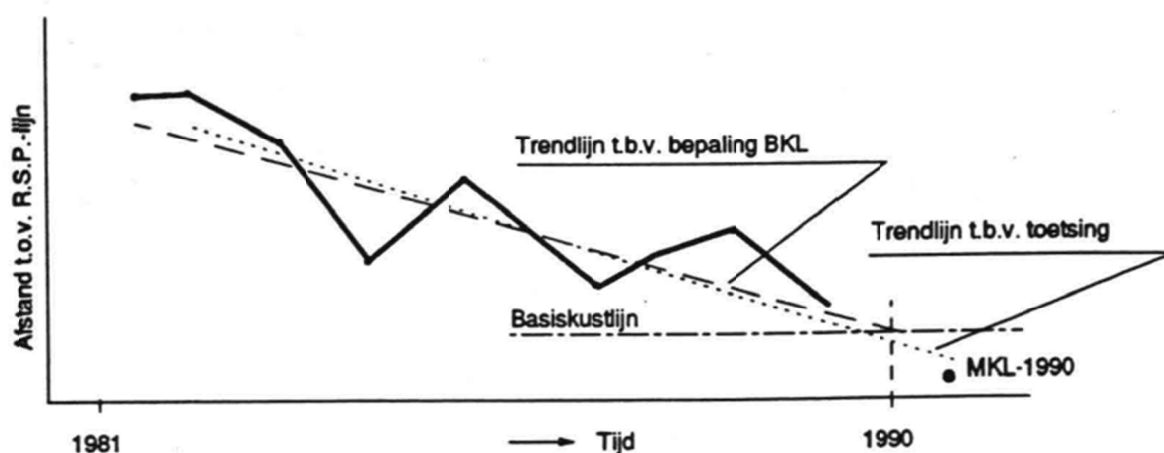
Bijlagen

Bijlage A: Kustlijnzorg

Deze bijlage geeft extra informatie over kustlijnzorg. Hierbij wordt in gegaan op de (totstandkoming van) het huidige beleid kustlijnzorg met de bepaling van de basiskustlijn en op suppleties.

Huidig beleid kustlijnzorg

De aanhoudende kusterosie deed Rijkswaterstaat beseffen dat er maatregelen moesten komen om de veiligheid te kunnen blijven waarborgen. Er werd in 1989 onderzocht wat de beste beleidsvisie is voor kustverdediging vanaf 1990. Hierin werden verschillende opties besproken die varieerden van het alleen handhaven van de kustlijn waar het achterliggende land in gevaar is tot het aanleggen van zeewaartse constructies om de kust extra te versterken voor alle functies. Op basis van een kosten-baten analyse is uiteindelijk de keuze gemaakt voor het alternatief 'handhaven' waarbij de kustlijn gehandhaafd blijft op de plaats van ligging in 1990. In 1990 kwam daarop de eerste kustnota uit. De theoretische kustlijn op dat moment is toen vastgesteld als de basiskustlijn (BKL). Deze lijn is vastgesteld door een trendlijn te construeren op basis van de ligging van de kustlijn, de momentane kustlijn (MKL), in de 10 jaar voorafgaand aan het moment van vaststellen. De kustlijnpositie in 1990 volgens deze trendlijn is de BKL, de BKL hoeft dus niet op ieder punt aan de kust gelijk te zijn aan de MKL in 1990. Deze methode is gevisualiseerd in Figuur 16 (Rijkswaterstaat, 1991). De BKL wordt in het huidige kustlijnzorgbeleid als referentielijn gebruikt en wordt gehandhaafd door het uitvoeren van suppleties. Omdat het past bij de dynamiek van zee is gekozen om dynamisch te handhaven. Dat houdt in dat de kustlijn de ene keer verder landinwaarts mogen liggen dan een andere keer.



Figuur 16: Methode van jaarlijkse toetsing (Rijkswaterstaat, 1991), vastlegging BKL

In 1996 komt de tweede kustnota uit. Hieruit blijkt dat er tevredenheid is over de aanpak op dat moment, echter moet er meer aandacht komen voor de natuurlijke processen. Uit de derde kustnota (2000) en de Nota Ruimte (2006) volgt dat het dynamische proces van het beheer meer moet worden benadrukt. In 2009 komt hier bij dat er met de suppleties ook rekening gehouden moet worden met de zeespiegelstijging. Hiervoor moet, door middel van suppleties, ook het kustfundament meegroeien met deze stijging. Het kustfundament wordt door deze nota beschreven als het gehele zandgebied, nat en droog, dat als geheel van belang is voor de functies van de kust (Rijkswaterstaat en STOWA, z.d.).

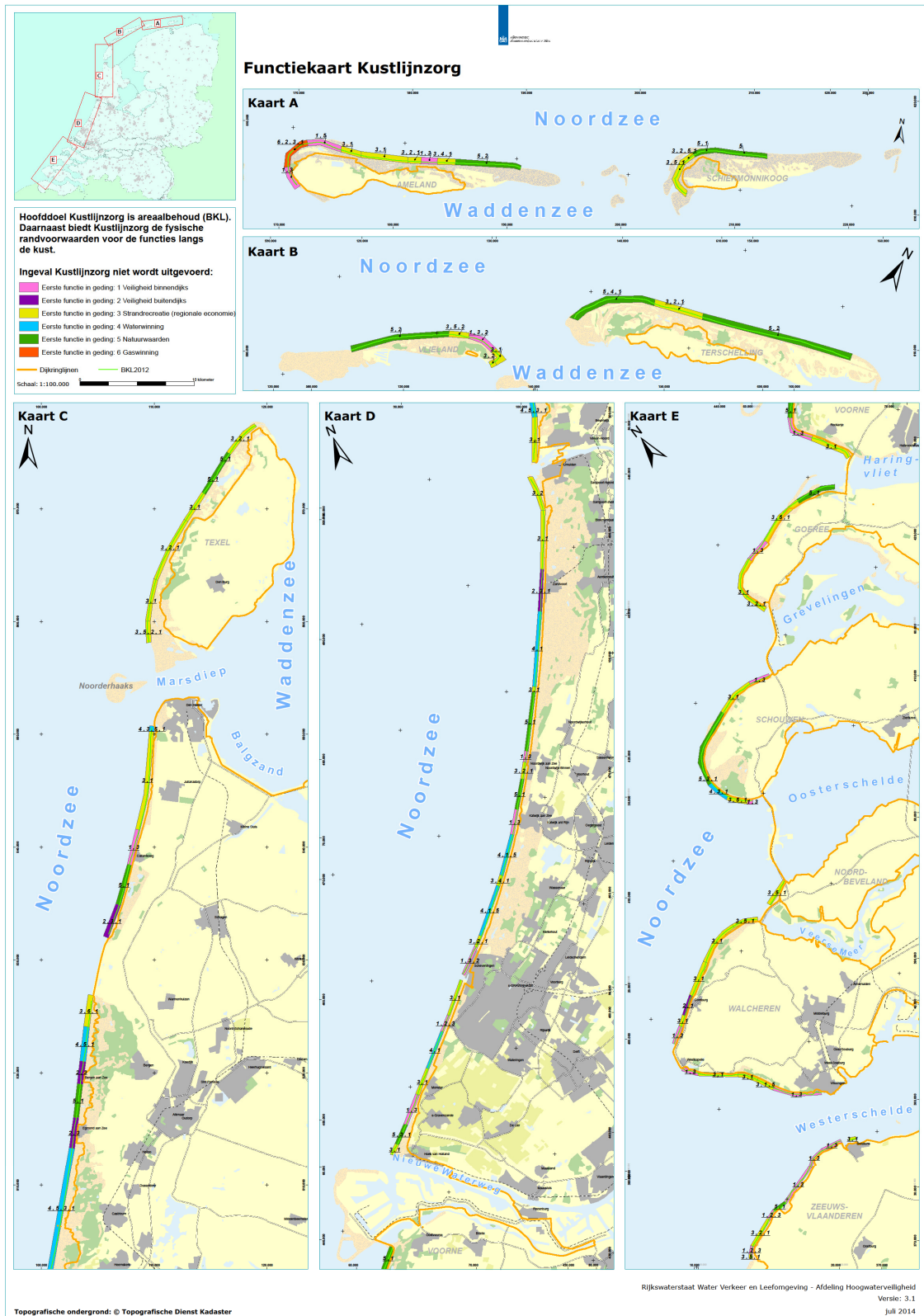
Suppleties

Suppleren kan op vele manieren en die manieren verschillen in het effect op de verschillende functies van de kustlijn zoals bescherming van de veiligheid, recreatie en natuur. De verschillen in de suppletiestrategieën zit in de hoeveelheid zand, de frequentie van uitvoeren en de plaats waar het zand aangebracht wordt en daarmee ook de uitvoeringsmethode.

Suppleties kunnen op basis van de plaats van suppleren ingedeeld worden in drie categorieën; duinsuppletie, strandsuppletie en vooroeversuppletie. Elke vorm heeft andere effecten. Zo is duinsuppletie een goede manier om het duin te versterken en daarmee meteen de veiligheid te verhogen. Strandsuppletie heeft op korte termijn veel effect doordat het strand direct groter wordt. Bij een vooroeversuppletie heeft het langer de tijd nodig voor het effect zichtbaar wordt. Het zand wordt voor het strand gestort en op een natuurlijke manier verplaatst dit zich naar het land toe. (Stowa, z.d.)

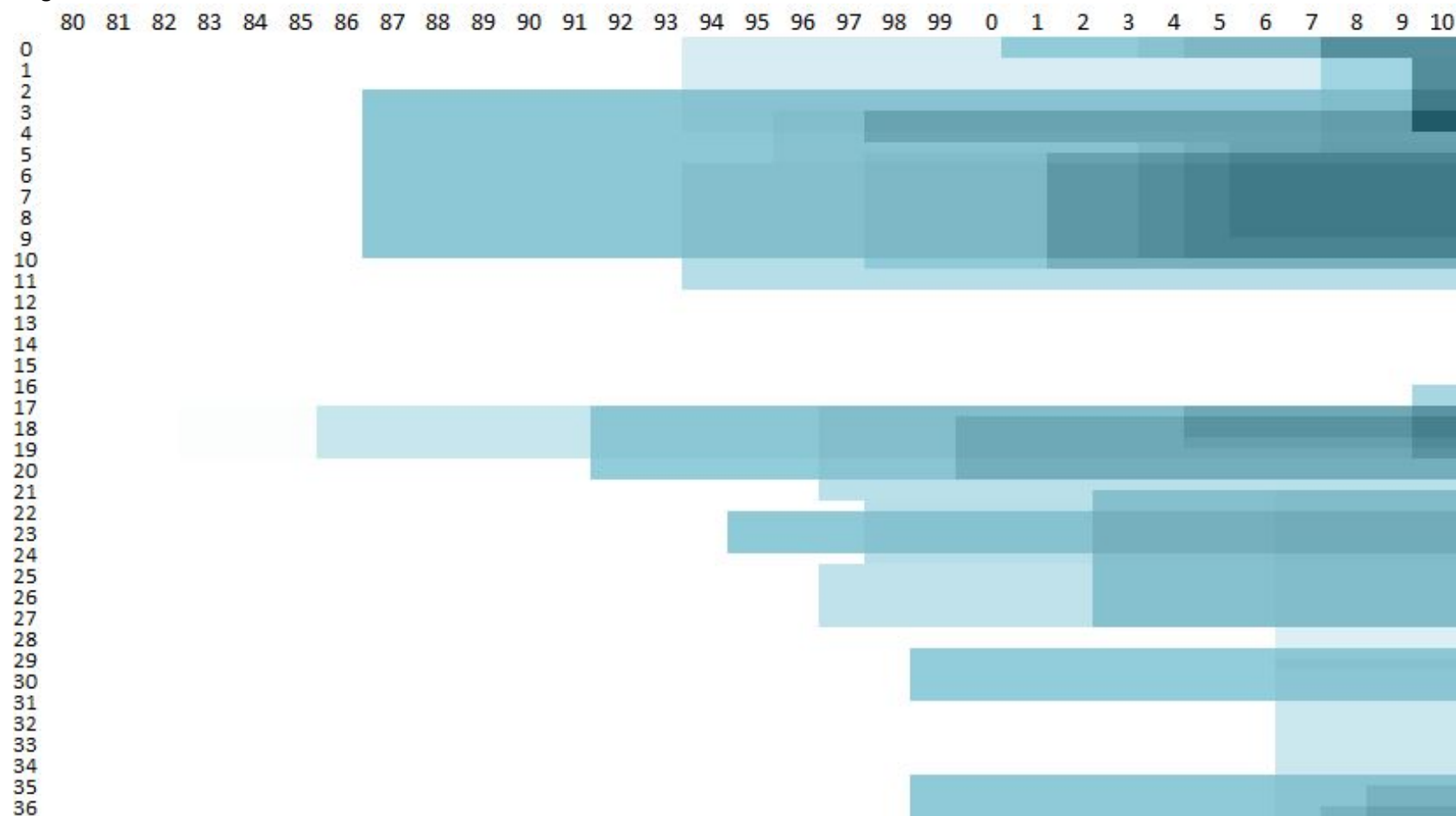
Bijlage B: Functiekaart

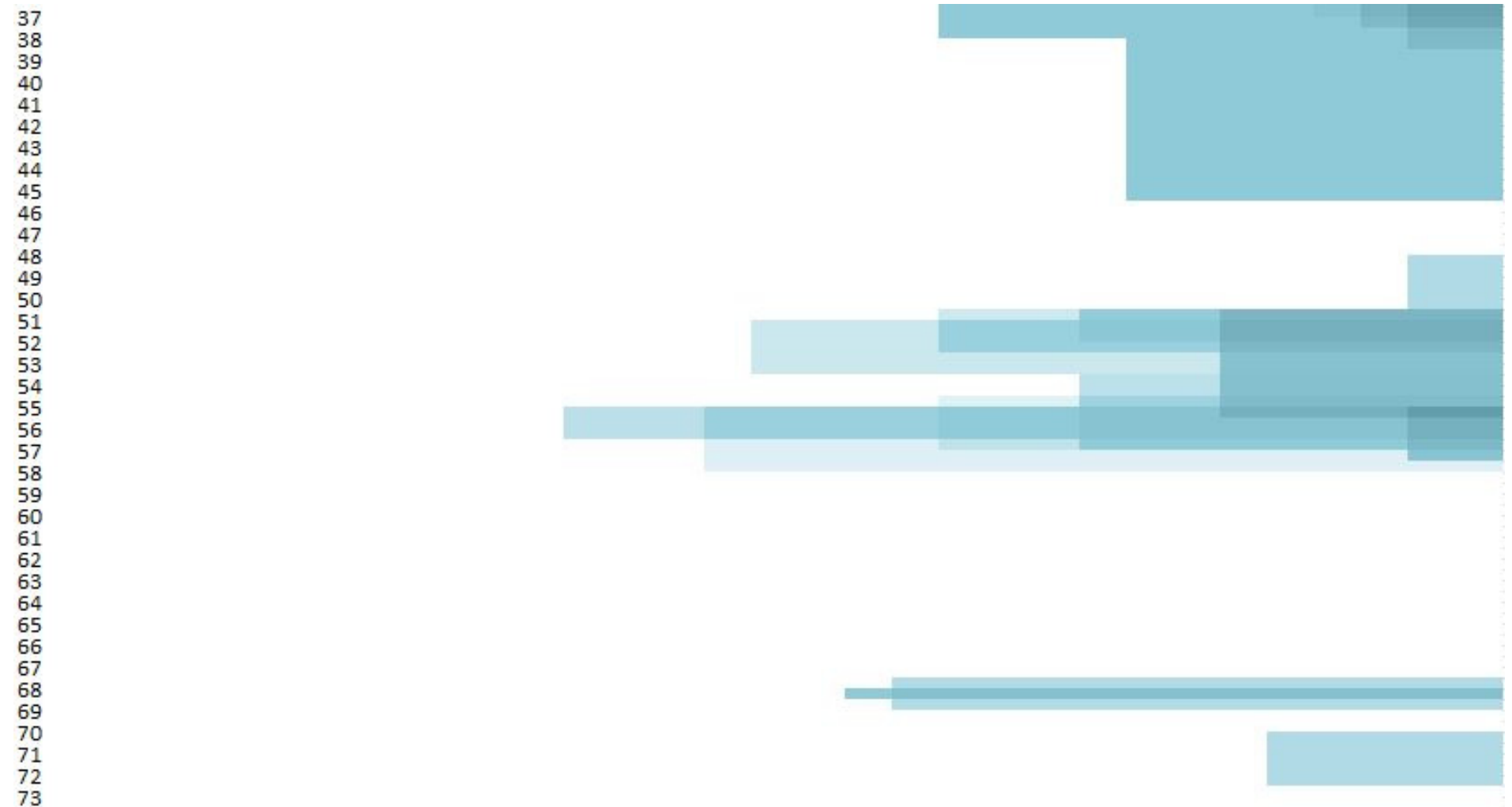
Deze bijlage bevat de functiekaart van de kust (Ministerie van Infrastructuur en Milieu - Rijkswaterstaat, 2013). Hierin geven de getallen voor ieder kustvak in volgorde aan welke functie het eerst in geding komt. De kleuren geven nogmaals de primaire functie weer.



Bijlage C: Uitgevoerde suppleties

In deze bijlage is het cumulatieve suppletievolume voor ieder punt met een afstand (in kilometer) vanaf Hoek van Holland en voor ieder jaar weergegeven. Hoe donkerder de kleur, hoe meer er is gesuppleerd. Een overgang naar een donkerdere kleur betekent dus dat er in dat jaar op die locatie een suppletie is uitgevoerd.









HKV lijn in water BV

Postbus 2120
8203 AC Lelystad

Botter 11-29
8232 JN Lelystad

0320 29 42 42
info@hkv.nl
www.hkv.nl