

TKI Dutch Coastline Challenge project - Toepasbaarheid van alternatieve onderhoudsconcepten/-methoden langs de Nederlandse kust

TKI Dutch Coastline Challenge project - Toepasbaarheid van alternatieve onderhoudsconcepten/-methoden langs de Nederlandse kust

Auteur(s)

Björn Röbbke

Ad van der Spek

Giorgio Santinelli

TKI Dutch Coastline Challenge project - Toepasbaarheid van alternatieve onderhoudsconcepten/-methoden langs de Nederlandse kust

Opdrachtgever	TKI Deltatechnologie p/a Vereniging van Waterbouwers
Contactpersoon	de heer dr. Röbbke
Referenties	-
Trefwoorden	-

Documentgegevens

Versie	0.1
Datum	25-01-2023
Projectnummer	11207047-001
Document ID	11207047-001-HYE-0002
Pagina's	25
Classificatie	
Status	definitief

Auteur(s)

	Dr. Björn R. Röbbke	
	Dr. Ad van der Spek	
	Giorgio Santinelli	

Samenvatting

In deze studie wordt geëvalueerd welke delen van de Nederlandse kust in aanmerking komen voor de implementatie van de alternatieve onderhoudsconcepten en uitvoeringsmethoden, die binnen het Dutch Coastline Challenge project (onder het programma Topconsortia Kennis & Innovatie; TKI-DCC project) uitgewerkt zijn. Deze concepten zijn (i) megasuppleties aangebracht met een sleehopper of hopper van de toekomst op het strand en/of de vooroever en (ii) continue suppleties aangebracht met een kabelhopper op de vooroever.

Voor het doel van deze studie wordt een toekomstprojectie van de te verwachten suppletievolumes (2021–2035) langs de Nederlandse kust gemaakt en bepaald in welke gebieden suppletiebehoefte bestaat en voor welke van deze gebieden de toepasbaarheid van de TKI-DCC concepten geëvalueerd wordt. De eigenlijke evaluatie van de concepten voor deze gebieden wordt uitgevoerd in de vorm van een expert judgement met focus op de lokale morfodynamiek, verschillende kustfuncties (veiligheid, scheepvaart, ecologie, toerisme, etc.), technische aspecten, de vergunbaarheid alsmede het beleid.

Volgens de uitgevoerde evaluatie komen van de twaalf geselecteerde gebieden met suppletiebehoefte er zes gebieden in aanmerking voor de implementatie van de alternatieve concepten/methoden. De gebieden zijn i) de centrale eilandkust van Ameland, ii) de eilandstaart van Terschelling, iii) de zuidwestkust van Texel, iv) de Hondsbossche Duinen, v) de Vrouwenpolder (Zeeland) en (vi) de kust bij Domburg (Zeeland). Voor alle zes locaties zijn megasuppleties (met een sleehopper of hopper van de toekomst) kansrijk, terwijl slechts vier locaties voor continue suppleties (met kabelhopper) geschikt zijn.

Deze evaluatie is een eerste verkenning van de geschiktheid van de genoemde locaties voor de toepasbaarheid van de alternatieve concepten en methoden. De werkelijke toepasbaarheid op de genoemde locaties moet nog door middel van een verdere, meer gedetailleerde analyse van de lokale omstandigheden vastgesteld worden.

Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding en doelstelling	6
2	Methodiek	8
3	Overzicht toekomstprojectie suppletieopgave en geselecteerde locaties	10
4	Evaluatie geselecteerde locaties	15
4.1	Schiermonnikoog	15
4.2	Ameland	15
4.3	Terschelling	16
4.4	Vlieland	17
4.5	Texel	17
4.6	Hondsbossche Duinen (Noord-Holland)	18
4.7	Scheveningen (Zuid-Holland)	19
4.8	Maasvlakte (Zuid-Holland)	20
4.9	Vrouwenpolder en Onrustpolder (Zeeland)	20
4.10	Domburg (Zeeland)	21
4.11	Westkapelle/Oostgat (Zeeland)	21
5	Synthese	22
	Referenties	24

1 Inleiding en doelstelling

Zandsuppleties spelen een cruciale rol in het onderhoud en de versterking van de Nederlandse kust. Zandsuppleties zijn – voor een dynamische kust als die van Nederland – een doelmatige methode om kustachteruitgang tegen te gaan en zo de functies van het strand en de duinen, zoals natuur, recreatie en waterkering, te behouden. De uitvoering van zandsuppleties leidt tot emissies van broeikasgassen, die, gezien de omvang van het suppletieprogramma, aanzienlijk zijn. Daarnaast zijn er effecten op de ecologie. Nederland heeft de ambitie om het kustonderhoud vanaf 2030 emissievrij uit te voeren (VOLLEBREGT & DE BOER 2020).

Het project Dutch Coastline Challenge (start: maart 2021) onder het programma Topconsortia Kennis & Innovatie (in het vervolg TKI-DCC) is ontwikkeld om antwoorden te geven op vragen die onderliggend zijn aan bovenstaande ambities. Het doel is in samenwerking (tussen Rijkswaterstaat, Vereniging van Waterbouwers en EcoShape, TU Delft en Deltares) kennis en ervaring te vergroten over *“het verduurzamen en natuur-inclusiever maken van het kustonderhoud op korte termijn en over het opschalen hiervan op langere termijn, anticiperend op mogelijk versnelde zeespiegelstijging na 2050”*. De hoofddoelen van het TKI-DCC project zijn het ontwikkelen van:

- nieuwe kustonderhouds-/suppletieconcepten (bijvoorbeeld strand-, vooroever-, megasuppleties en varianten erop alsook puntbronnen, geconcentreerde, uitgesmeerde, discontinue en continue suppleties; DINJENS 2022),
- uitvoeringsmethoden (bijvoorbeeld conventionele baggerschepen versus alternatieve brandstoffen, pijpleidingen, transportmethoden etc.; DINJENS 2022) en
- samenwerkings- en contractvormen (bijvoorbeeld de verdeling van verantwoordelijkheden en risico's tussen overheid, bedrijfsleven en kennisinstellingen, de duur van het contract en de aanbestedingssystematiek.

De bovengenoemde suppletieconcepten, uitvoeringsmethoden en contractvormen worden binnen het TKI-DCC project ontwikkeld met een focus op de kustvakken Noord-Holland en Texel, gericht op de komende 15 jaar. Dit onderzoeksgebied is gekozen omdat het veel fysische karakteristieken bevat die representatief zijn voor de Nederlandse kust en er in deze kustvakken de komende jaren veel gesuppleerd zal gaan worden. Bovendien ligt in dit gebied al een gedeelde onderhoudsverantwoordelijkheid tussen overheid en markt gerelateerd aan de grote suppletie die langs de Hondsbossche en Pettemer Zeewering (sindsdien ook Hondsbossche Duinen genoemd) in 2014 en 2015 is gerealiseerd.

Voor het onderzoeksgebied Noord-Holland en Texel werden op basis van de uitgevoerde analyses van de verschillende werkpakketten binnen het TKI-DCC project de volgende alternatieve onderhoudsconcepten en uitvoeringsmethoden als kansrijk geassocieerd en verder uitgewerkt (DINJENS 2022):

- reguliere onderhoudssuppleties met een volume van 0,1 miljoen m³ – 5 miljoen m³ en een terugkeertijd van orde 1 jaar – 10 jaar, aangebracht op het strand, op de vooroever, op de geulwand of op de buitendelta middels sleephopper of de hopper van de toekomst;
- megasuppleties waarmee in één keer het benodigde zandvolume voor een periode van 10 tot 30 jaar wordt aangebracht op het strand, op de vooroever (onderwater of als eiland), op de geulwand of op de buitendelta middels sleephopper of de hopper van de toekomst;
- continue suppleties met beperkte hoeveelheden per tijdseenheid op één punt, die een (semi-)continue voeding van de kust leveren, aangebracht op de vooroever (onderwater) middels kabelhopper.

Dit rapport is een product van Werkpakket 1 van het TKI-DCC-project en behandelt de volgende vraag (i.e. deeltaak 3 van WP 1; cf. RÖBKE et al. 2021): *Welke andere delen van de Nederlandse kust (ook binnen de kustvakken Noord-Holland en Texel) komen in aanmerking voor de implementatie van de bovengenoemde, als kansrijk geclassificeerde alternatieve onderhoudsconcepten en uitvoeringsmethoden?*

Voor dit rapport zijn drie stappen doorlopen (zie Hoofdstuk 2):

- 1) toekomstprojectie van de te verwachten suppletievolumes langs de hele Nederlandse kust voor de periode 2021–2035;
- 2) gebaseerd op de uitkomsten van stap 1): vaststellen in welke exacte gebieden grote suppletiehoeveelheden verwacht worden en bepalen voor welke van deze gebieden de toepasbaarheid van de alternatieve onderhoudsconcepten/uitvoeringsmethoden geëvalueerd wordt;
- 3) evaluatie (met een belangrijke rol voor expert judgement) van de toepasbaarheid van de alternatieve concepten/methoden voor de geselecteerde gebieden.

Dit rapport presenteert de resultaten volgend uit deze drie hoofdstappen. Na deze inleiding volgt een beschrijving van de werkwijze en aanpak van deze studie (Hoofdstuk 2). In Hoofdstuk 3 worden de resultaten van de toekomstprojectie van de suppletieopgave getoond (stap 1)) en wordt een overzicht gegeven van de gebieden, voor welke de toepasbaarheid van de alternatieve concepten/methoden geëvalueerd worden (stap 2)). Hoofdstuk 4 gaat hierna in op de toepasbaarheid van de concepten/methoden voor elk geselecteerd gebied. Hiervoor wordt per gebied eerst een beknopte morfologische systeembeschrijving gepresenteerd, gevolgd door de eigenlijke evaluatie van de concepten/methoden. De synthese in Hoofdstuk 5 vat de hoofdbevindingen van de uitgevoerde evaluatie samen en geeft aanbevelingen welke alternatieve onderhoudsconcepten en uitvoeringsmethoden in welke gebieden met suppletiebehoefte langs de Nederlandse kust mogelijk geïmplementeerd kunnen worden.

2 Methodiek

Voor de evaluatie van de alternatieve onderhoudsconcepten en uitvoeringsmethoden wordt in deze studie allereerst een toekomstprojectie van de te verwachten suppletievolumes langs de hele Nederlandse kust voor de periode 2021–2035 uitgevoerd (Hoofdstuk 3). Deze toekomstprojectie van de suppletieopgave is – zoals eerder voor de kustvakken Noord-Holland en Texel (zie RÖBKE et al. 2021) – berekend op basis van de uitgevoerde suppleties in de periode 2000–2020. Hiertoe zijn de lineaire trends van de cumulatieve volumes van strand- en vooroeversuppleties bepaald. In deze trendberekening zijn niet meegenomen (van noord naar zuid):

- de grote suppletie bij de Hondsbossche Duinen van 35 mln m³ (2014–2015),
- de zwakke schakel versterking bij Noordwijk van 1,7 mln m³ (2007–2008),
- de zwakke schakel versterking bij Katwijk van 2,5 mln m³ (2013–2014),
- de zwakke schakel versterking bij Scheveningen van 2,3 mln m³ (2009–2011),
- de megasuppletie voor de aanleg van de Zandmotor van 21,5 mln m³ (2011),
- de zwakke schakel versterking in Delfland van 18 mln m³ (2008–2011),
- de aanleg van de Maasvlakte 2 (170 mln m³; 2008–2013),
- de zwakke schakel versterking bij Voorne van 2,4 mln m³ (2009–2010),
- de zwakke schakel versterking bij de Westkapelse Zeedijk van 2,4 mln m³ (2008),
- de zwakke schakel bij Nolle Westduin van 0,2 mln m³ (2009–2010),
- de zwakke schakel versterking bij de Herdijkte Zwarte Polder van 1,5 mln m³ (2009),
- de zwakke schakel versterking bij de Herdijkte Zwarte Polder/Cadzand Bad van 0,6 mln m³ (2014),
- de zwakke schakel versterking bij Nieuwvliet Groede van 2,5 mln m³ (2009),

omdat deze niet onder het reguliere onderhoud van de kustlijn in de periode tot 2035 vallen. De berekende lineaire trends zijn vervolgens geëxtrapoleerd om tot een toekomstprojectie van de suppletieopgave voor de periode 2021–2035 te komen.

De analyseperiode 2000–2020 is representatief voor het recente suppletiebeleid (zie RÖBKE et al. 2021). Hoewel de keuze voor deze periode enigszins arbitrair is, is deze periode een goed compromis tussen een voldoende groot aantal suppleties om over te extrapoleren (10 jaar is bijvoorbeeld te kort voor een aantal deelvakken; zie bijlage in RÖBKE et al. 2021) en een periode die recent genoeg is om representatief te zijn voor het huidige beleid. De periode vanaf 2000 is geschikt omdat toen het vigerende suppletiebeleid is gestart met de toepassing van vooroeversuppleties vanaf 1999. Voor meer details over de toegepaste methodiek voor de toekomstprojectie zie RÖBKE et al. (2021).

Als tweede stap wordt in een beknopte analyse (quick scan) bepaald voor welke gebieden van de Nederlandse kust grote suppletievolumes verwacht worden en bij welke daarvan de alternatieve onderhoudsconcepten/uitvoeringsmethoden toegepast kunnen worden (Hoofdstuk 3). Dit gebeurt op basis van de volgende vier criteria:

- de uitgevoerde toekomstprojectie toont een relatief grote suppletiehoeveelheid (≥ 10.000 m³/jaar per raai) voor de periode 2021–2035;
- de toekomstprojectie toont een klein of geen suppletievolume, maar de lokale morfodynamiek en kustlijnontwikkeling in het verleden wijzen op structurele kusterosie (bijvoorbeeld een landwaarts gerichte migratie van de kustlijn en/of een landwaarts opdringende getijdengeul) in een te beschermen gebied, zodat in de periode 2021–2035 vermoedelijk gesuppleerd moet worden;
- de alternatieve onderhoudsconcepten/uitvoeringsmethoden zijn na een eerste, grove inschatting realiseerbaar/wenselijk op basis van de lokale morfodynamiek, ecologie,

scheepvaart, technische aspecten en het beleid (megasuppleties en continue suppleties zijn bijvoorbeeld niet wenselijk in een gebied waar deze de scheepvaart belemmeren);

- gebieden binnen de kustvakken Noord-Holland en Texel waarvoor eerder binnen het TKI-DCC-project de toepasbaarheid van de concepten/methoden geëvalueerd werd.

In de derde stap van deze studie wordt de toepasbaarheid van de alternatieve onderhoudsconcepten en uitvoeringsmethoden voor de geselecteerde gebieden met suppletiebehoefte geëvalueerd op basis van:

- het morfologische systeemgedrag,
- de verwachte invloed van de suppleties op de ecologie, scheepvaart, toerisme en andere kustfuncties,
- de bestaande ervaring met verschillende suppletietypen (bijv. Zandmotor),
- technische aspecten wat de uitvoeringsmethoden betreft en
- de vergunbaarheid.

Deze evaluatie werd grotendeels uitgevoerd tijdens een workshop op 27 oktober 2022 door experts in de vakken kustmorfologie, kustlijnzorg, vergunbaarheid en uitvoeringsmethoden op basis van 'expert judgement'. De bevindingen van de workshop zijn vervolgens verder uitgewerkt (Hoofdstuk 4). Voor elk gebied wordt allereerst een beknopte morfologische systeembeschrijving gegeven. Aansluitend volgt een overzicht van de belangrijkste bevindingen, die – samen met de systeembeschrijving – de basis voor de evaluatie vormen. De evaluatie zelf bestaat uit een overzicht van onderhoudsconcepten en uitvoeringsmethoden die in aanmerking komen en wat de mogelijke voordelen (getoond met een plusteken) en nadelen (getoond met een minteken) van deze concepten/methoden zijn.

3 Overzicht toekomstprojectie suppletieopgave en geselecteerde locaties

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de toekomstprojectie van de suppletieopgave langs de Nederlandse kust, in het bijzonder van de gebieden, waarvoor in Hoofdstuk 4 de toepasbaarheid van de alternatieve onderhoudsconcepten en uitvoeringsmethoden geëvalueerd wordt. De Figuur 1 t/m Figuur 4 tonen de toekomstprojectie van de gemiddelde strand- (geel) en vooroeversuppletievolumes (oranje) per JarKus-raai per jaar ten behoeve van de kustfuncties in de periode 2021–2035. Volgens deze toekomstprojectie zijn grote suppletievolumes in de volgende gebieden voorzien:

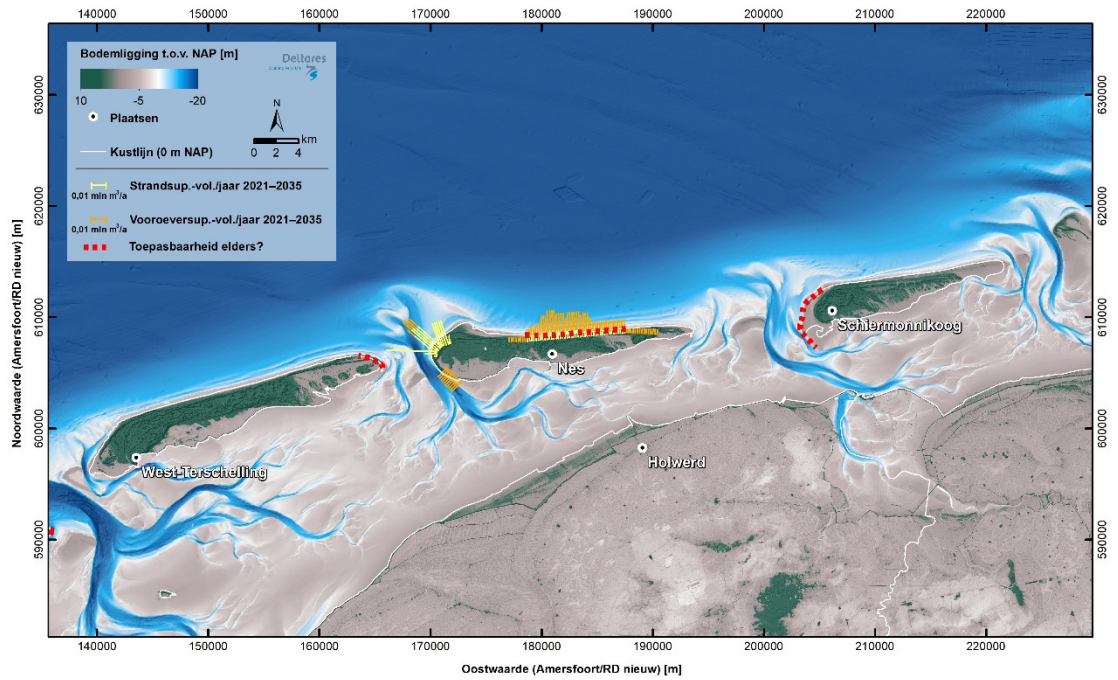
- de centrale Noordzeekusten van de Waddeneilanden Ameland en Texel;
- de eilandkoppen en eilandstaarten van Ameland, Vlieland en Texel;
- de kop van Noord-Holland;
- grote delen van de Noord-Hollandse kust, met name bij de kustplaatsen zoals Bergen aan Zee;
- grote delen van de Zuid-Hollandse kust, met name bij de kustplaatsen zoals Katwijk en de kust tussen Scheveningen en Hoek van Holland;
- bijna alle kustgebieden in Zeeland, waar sprake van opdringende getijgeulen is.

Hoewel de toekomstprojectie een goed algemeen beeld geeft van de gebieden met suppletiebehoefte, zijn er toch enkele te beschermen gebieden langs de Nederlandse kust, waarvoor wel een klein of geen suppletievolume voorspeld wordt, maar waar de lokale morfodynamiek en kustlijnontwikkeling in het verleden op structurele kusterosie wijzen. Deze gebieden zijn:

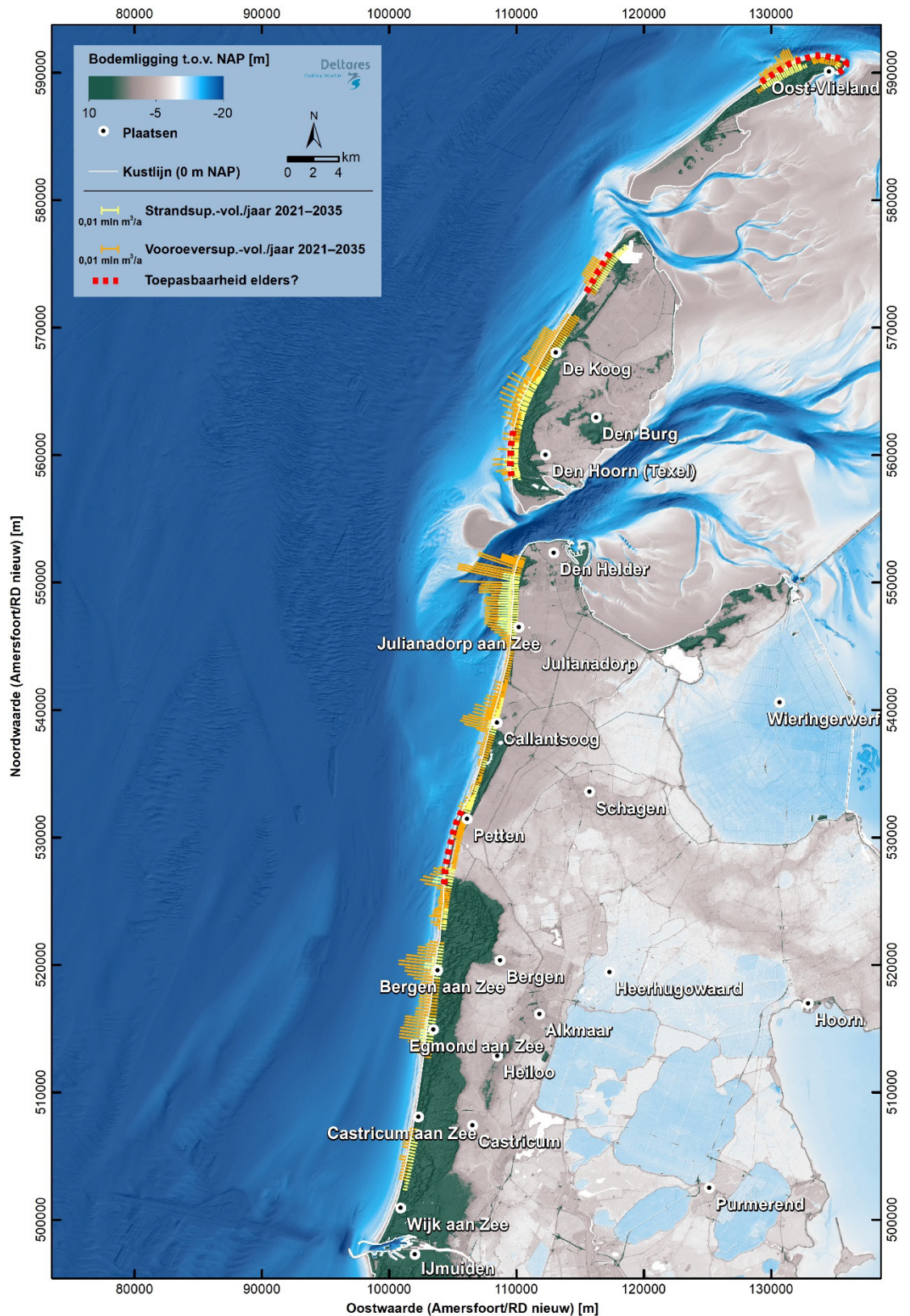
- de eilandkop van Schiermonnikoog,
- de eilandstaart van Terschelling en
- de Hondsbossche Duinen.

Om te bepalen, voor welke van alle bovengenoemde gebieden met suppletiebehoefte de toepasbaarheid van de alternatieve onderhoudsconcepten/uitvoeringsmethoden in Hoofdstuk 4 geëvalueerd wordt, werd een eerste, grove inschatting (quick scan) gemaakt, in welke gebieden de concepten/methoden wenselijk zijn op basis van de lokale morfodynamiek, ecologie, scheepvaart, technische aspecten en het beleid. Dit leidt tot selectie van 12 locaties langs de Nederlandse kust:

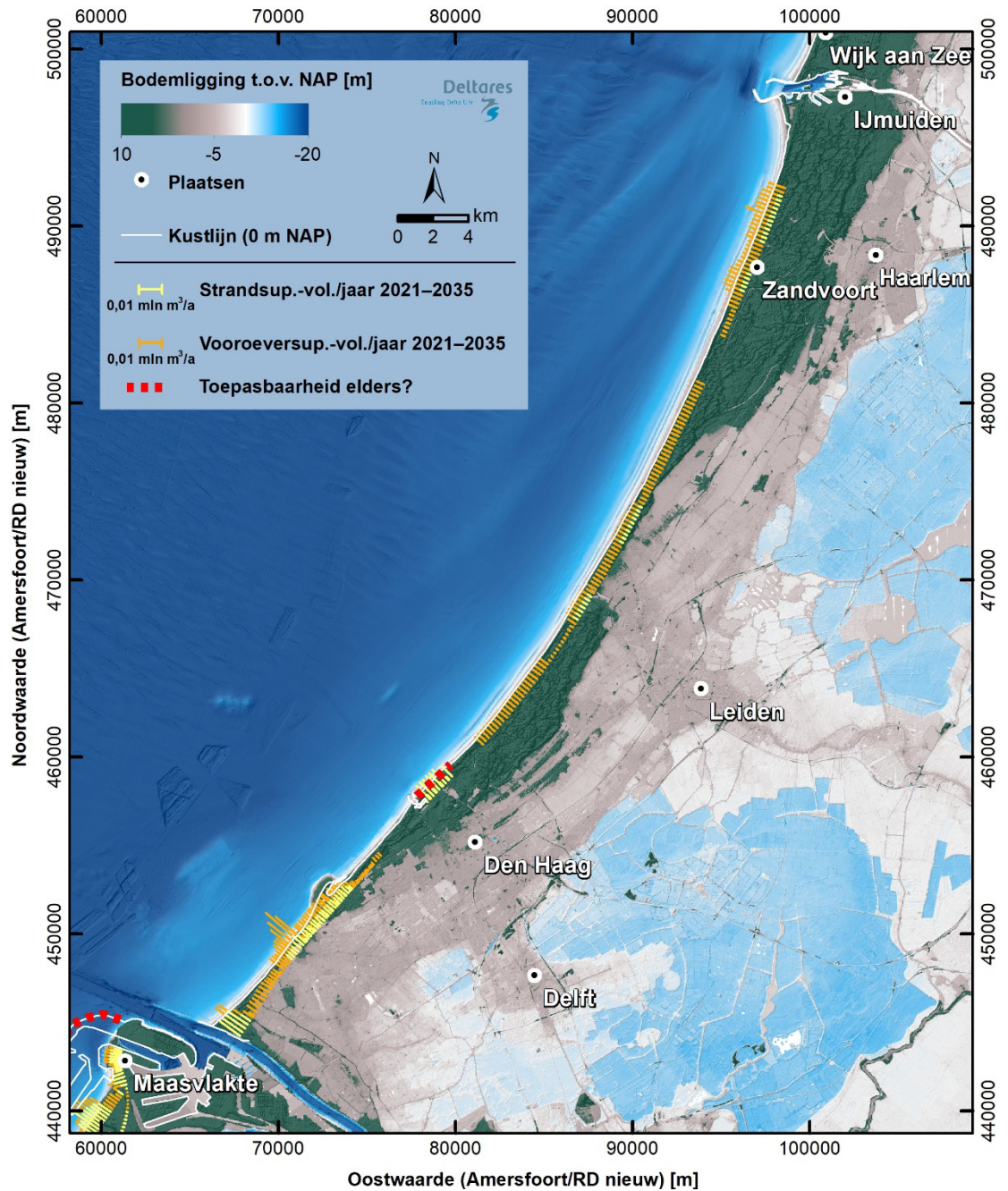
- de eilandkop van Schiermonnikoog;
- de centrale eilandkust van Ameland;
- de eilandstaart van Terschelling;
- de noordkust van Vlieland;
- de noordkust van Texel;
- de zuidwestkust van Texel;
- het gebied van de Hondsbossche Duinen in Noord-Holland;
- Scheveningen in Zuid-Holland;
- het gebied van de Maasvlakte 2;
- het gebied van de Onrust- en de Vrouwenpolder op Walcheren en Noord-Beveland (Zeeland);
- de kust bij Domburg op Walcheren (Zeeland);
- de kust bij Westkapelle langs het Oostgat op Walcheren (Zeeland).



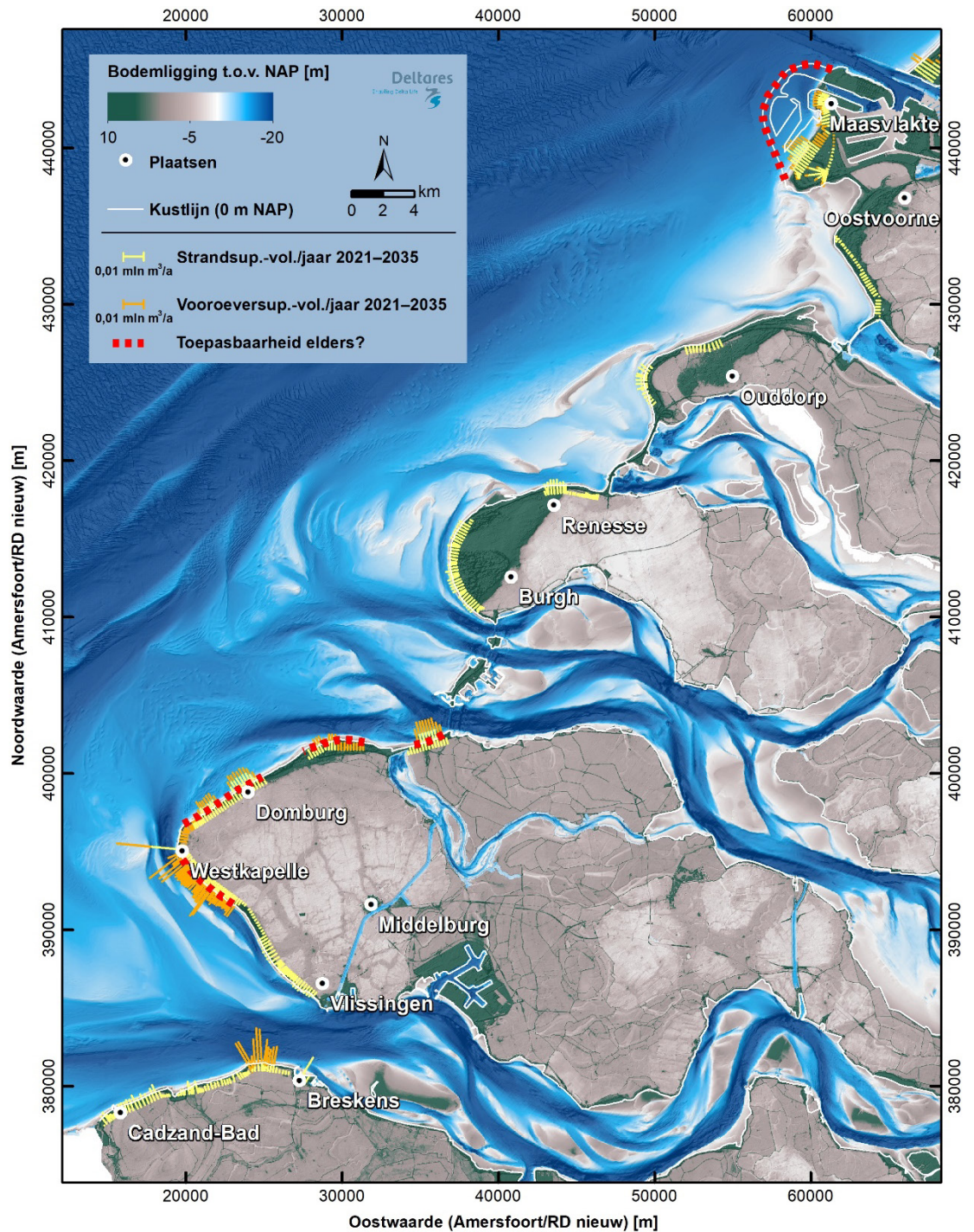
Figuur 1: Toekomstprojectie van de gemiddelde strand- (geel) en vooroeversuppletievolumes (oranje) per JarKus-raai per jaar ten behoeve van de kustfuncties op de Waddeneilanden Schiermonnikoog, Ameland en Terschelling voor de periode 2021–2035. De rood geblokte lijnen tonen de gebieden met suppletiebehoefte voor welke de alternatieve onderhoudsconcepten/uitvoeringsmethoden in deze studie geëvalueerd worden. Een toelichting op de berekening van de toekomstprojectie en op de bepaling van de gebieden met suppletiebehoefte is in Hoofdstuk 2 gegeven.



Figuur 2: Toekomstprojectie van de gemiddelde strand- (geel) en vooroeversuppletievolumes (oranje) per JarKus-raai per jaar ten behoeve van de kustfuncties op de Waddeneilanden Vlieland en Texel en in Noord-Holland voor de periode 2021–2035. De rood geblokte lijnen tonen de gebieden met suppletiebehoefte voor welke de alternatieve onderhoudsconcepten/uitvoeringsmethoden in deze studie geëvalueerd worden. Een toelichting op de berekening van de toekomstprojectie en op de bepaling van de gebieden met suppletiebehoefte is in Hoofdstuk 2 gegeven.



Figuur 3: Toekomstprojectie van de gemiddelde strand- (geel) en vooroeversuppletievolumes (oranje) per JarKus-raai per jaar ten behoeve van de kustfuncties in Zuid-Holland voor de periode 2021–2035. De rood geblokte lijnen tonen de gebieden met suppletiebehoefte voor welke de alternatieve onderhoudsconcepten/uitvoeringsmethoden in deze studie geëvalueerd worden. Een toelichting op de berekening van de toekomstprojectie en op de bepaling van de gebieden met suppletiebehoefte is in Hoofdstuk 2 gegeven.



Figuur 4: Toekomstprojectie van de gemiddelde strand- (geel) en vooroeversuppletievolumes (oranje) per JarKus-raai per jaar ten behoeve van de kustfuncties in het Nederlandse Delta voor de periode 2021–2035. De rood geblokte lijnen tonen de gebieden met suppletiebehoefte voor welke de alternatieve onderhoudsconcepten/uitvoeringsmethoden in deze studie geëvalueerd worden. Een toelichting op de berekening van de toekomstprojectie en op de bepaling van de gebieden met suppletiebehoefte is in Hoofdstuk 2 gegeven.

4 Evaluatie geselecteerde locaties

4.1 Schiermonnikoog

Systeembeschrijving

De sedimenthuishouding van Schiermonnikoog is sterk beïnvloed door de afsluiting van de Lauwerszee in 1969. Als gevolg van deze afsluiting nam het getijdebiet door het zeegat met een derde af, waardoor de balans tussen zandaanvoer door de ebstroming en -afvoer door golven op de buitendelta verstoord werd. Een groot deel van het overtollige zand werd door de golven in de richting van Schiermonnikoog afgevoerd. Aan de westkant van het eiland ontstond een grote zandhaak die de kop van het eiland afschermd. Door de grote aanvoer van zand werd het Noordzeestrand breder en werd het eiland eveneens ca. 1,5 km langer.

In 2022 is de grote zandhaak bij de westkop van Schiermonnikoog vrijwel geheel opgeruimd. Het zand heeft zich verdeeld over de noordzijde en de zuidwestzijde van het eiland waardoor het strand hoger ligt en er duinvorming optreedt. Hierdoor is er in de komende jaren geen zandtekort op de eilandkust. Wel is de kustlijn op de locatie van de voormalige strandhaak sterk teruggetrokken. Met het verdwijnen van de zandhaak wordt de oorspronkelijke systematiek van aanlandende zandbanken op de westkop van Schiermonnikoog weer dominant (ELIAS & OOST 2021). Tot de aanlanding van de volgende zandbank lijkt de kustlijn op de westkop zich terug te trekken.

Bevindingen

- De basiskustlijn zal in 2023 teruggelegd worden (persoonlijke communicatie in okt 2022, Evelien Brand). Hierdoor is er op korte termijn zeer waarschijnlijk geen noodzaak tot suppleren.
- De gemeente Schiermonnikoog/de inwoners zijn geen voorstander van suppleties op Schiermonnikoog (vermoedelijk omdat er tot nu toe nooit gesuppleerd werd en er ook geen behoefte is/was).

Evaluatie

Schiermonnikoog is geen geschikte locatie voor de alternatieve onderhoudsconcepten/-methoden.

4.2 Ameland

Systeembeschrijving

Ameland heeft een grote sedimentbehoefte, mede door de gaswinning bij de oostpunt, waardoor de bodem daalt. Door de aanlanding van zandbanken vanaf de buitendelta van het Zeegat van Ameland wordt de Noordzeekust van het eiland gevoed met zand. Dit zandvolume verplaatst zich vervolgens in oostwaartse richting. Deze verplaatsing is echter te langzaam om aan de grote vraag in het oostelijk deel van het eiland te voldoen. Hierdoor is het centrale en oostelijke deel van het eiland in de afgelopen decennia regelmatig gesuppleerd. Daarnaast erodeert een kortsluitgeul voor de kust van NW Ameland de eilandkop. Hierdoor is ook hier regelmatig een suppletie nodig. Als gevolg van de lokale omstandigheden, zoals de beperkte diepte van de kortsluitgeul, zijn grootschalige suppleties hier niet mogelijk.

Bevindingen

- Tot nu toe zijn er veel onderwatersuppleties uitgevoerd waarmee de brekerbanken gevoed werden.
- Op de lange termijn bestaat er een grote behoefte aan zand.
- Er is relatief weinig scheepvaart of andere activiteit direct voor de kust (geen hoofdvaargeul).

Evaluatie

1. Een megasuppletie op de vooroever langs de centrale eilandkust zou een mogelijkheid kunnen zijn:

- + Voorziet in de grote sedimentbehoefte van Ameland en is een relatief goedkope oplossing;
- + Er zijn meekoppelkansen (natuur en recreatie).
- Omdat de vooroever voor Ameland een flauwe helling heeft, zal hier een megasuppletie een heel groot gebied – ook zeewaarts – voor de Amelandse kust beslaan (grote ingreep/mogelijke nadeel voor scheepvaart/mogelijk slechte verspreiding langs de kust van Ameland).

2. Continu suppleren met een kabelhopper op de vooroever van de centrale eilandkust zou een mogelijkheid kunnen zijn:

- + Voorziet in de continue sedimentbehoefte die langzaam langs de kust opschuift;
- Vergunbaarheid zou problematisch kunnen zijn (Natura 2000 gebied);
- Mogelijke verstoring van de scheepvaart/visserij.

4.3 Terschelling

Systeembeschrijving

Op de vooroever van centraal Terschelling is in 1993 als proef een suppletie aangebracht. Hierbij werd het suppletiezand in de trog tussen twee brandingsbanken gelegd. Hierdoor werd het bankgedrag sterk beïnvloed, het duurde 6 a 7 jaar voordat de normale bankencyclus weer optrad (GRUNNET & RUESSINK 2005). Trok de kustlijn van centraal Terschelling met ca. 3 m per jaar terug vóór 1993, daarna bouwde hij gedurende een aantal jaren uit met 15 m per jaar.

Reguliere kustlijnzorgsuppleties zijn op Terschelling nooit uitgevoerd. De oostpunt van het eiland, de Boschplaat is sinds 1970 ca. 2 km teruggetrokken (ELIAS et al. 2015). In recente jaren schaarft de geul Boomkensdiep in op de westkop van het eiland waardoor de kustlijn hier terugtrekt.

Bevindingen

- De Noordzeekust van de eilandkop en -staart van Terschelling erodeert.
- Er is geen expliciet veiligheidsprobleem op de Boschplaat, er is geen bebouwing. Om dit gebied te beschermen zullen met name strandsuppleties nodig zijn omdat suppleties op de vooroever waarschijnlijk snel via de getijgeulen naar de Waddenzee afgevoerd worden (wat op zich niet onwenselijk is).
- Terschelling biedt in het algemeen veel mogelijkheden voor nieuwe onderhoudsconcepten/-methoden.

Evaluatie

1. Een megasuppletie op de ondiepe vooroever en het strand langs de Boschplaat (of net ten westen hiervan) zou een mogelijkheid kunnen zijn:

- + Voorziet in de grote sedimentbehoefte voor herstel van het gebied;
- + Er bestaan meekoppelkansen met het initiatief van dynamisering van de duinen en ontwikkeling van een washover.
- + Zo'n suppletie zal in de toekomst bijdragen aan de voeding van de Waddenzee.
- Er is geen veiligheidsopgave voor dit gebied.

2. Continu suppleren van de Boschplaat met een kabelhopper zou een mogelijkheid kunnen zijn:

- + Voorziet in de continue sedimentbehoefte.
- De sterke stroming richting het Zeegat van Ameland veroorzaakt wellicht technische uitdagingen. Een locatie ten westen van de Boschplaat is waarschijnlijk minder problematisch.
- Mogelijke verstoring van de scheepvaart/visserij;
- De vergunbaarheid zou problematisch kunnen zijn (Natura 2000 gebied); en
- De zandwinvakken liggen relatief ver weg.

4.4 Vlieland

Systeembeschrijving

Kustlijnerosie op Vlieland hangt nauw samen met de aanwezigheid van (diepe) getijgeulen vlak onder de kust. Dit leidt onder meer tot strandvallen (het wegzakken van aanzienlijke pakketten zand) bij het havenstrand van Oost-Vlieland. De Vliehors aan de ZW zijde van het eiland is een grote zandvlakte zonder BKL.

Evaluatie

Vlieland is geen geschikte locatie voor de alternatieve onderhoudsconcepten/-methoden omdat men de steile oevers van de diepe getijgeulen niet met de suppletieconcepten bedienen kan.

4.5 Texel

Systeembeschrijving

Het eiland Texel heeft een lange geschiedenis van kusterosie. Dit komt mede door de gekromde vorm van het eiland die leidt tot aanzienlijke kustlangse golfgedreven zandtransporten. Aan de noordzijde van het eiland ligt het Eierlandse Gat. Door inscharing van getijgeulen erodeerde de kop van het eiland sterk. Dit leidde tot de aanleg van bolwerken, harde verdedigingen, in de jaren '40 en '50 van de vorige eeuw. Met de aanleg van de Eierlandse Dam in 1995 werd de geul Eierlandse Gat uit de kust 'gedrukt', waarna zich een breed strand vormde aan weerszijden van de dam. Enkele kilometers ten zuiden van de dam (RSP 26-28) erodeert de kust. Suppleren is hier niet zonder meer mogelijk vanwege de aanwezigheid van de monding van de Slufter die vanwege de unieke natuur in deze door het getij overstroomde duinvallei open moet blijven.

De ZW-punt van Texel kent eveneens een lange geschiedenis van kustlijnfluctuaties. Als gevolg van de afsluiting van de Zuiderzee in 1932 is de getijstroming in het Zeegat van Texel in de daaropvolgende decennia sterk veranderd. Nadat de stroming zich verlegde in ZZW richting, werd het westelijk deel van de buitendelta door de golfwerking afgebroken. Het vrijkomende zand verplaatste zich in noordelijke richting, wat leidde tot grote veranderingen in de oriëntatie van geulen en platen aan de noordzijde van de buitendelta. De plaat Noorderhaaks schoof landwaarts, werd aanzienlijk kleiner en ontwikkelde een uitloper aan zijn

noordzijde, de Noordelijke Uitlopers van de Noorderhaaks. Deze ontwikkeling leidde tot aanzienlijke aanpassingen in de oriëntatie en doorsnede van de geul Molengat, met aanzienlijke erosie van de kustlijn van ZW Texel en de zandplaat De Hors tot gevolg. Inmiddels hebben de Noordelijke Uitlopers van de Noorderhaaks contact gemaakt met de vooroever van Texel ter hoogte van Paal 11 en 12, waardoor er een aanzienlijke drempel is ontstaan in de uitloop van het Molengat.

Bevindingen

- Ten noorden van de monding van de Slufter is er behoefte aan sediment, maar tegelijkertijd is het niet wenselijk dat deze monding verzandt. Om deze reden zou continu suppleren van kleine volumina voor dit gebied ideaal zijn, maar de zandwinkvakken voor de kabelhopper liggen te ver weg. Hierdoor is continu suppleren met een kabelhopper geen optie.
- Voor de Slufter zelf zijn ook de eigenschappen van het gesuppleerde sediment zeer belangrijk.

Evaluatie Texel Noord

Texel Noord is geen geschikte locatie voor de alternatieve onderhoudsconcepten/-methoden omdat het gebied te ondiep is voor megasuppleties (te groot oppervlak benodigd) en de zandwinkvakken voor de kabelhopper voor continue suppleties te ver weg liggen. Verder bestaat het risico van verzanding van de Sluftermonding, hoewel de monding mogelijk kunstmatig open gehouden kan worden.

Evaluatie Texel Zuidwest

1. Een megasuppletie op de vooroever en op het strand van ZW Texel kan een mogelijkheid zijn:
 - + De locatie heeft een grote en continue sedimentbehoefte.
2. Het continu suppleren met een kabelhopper op de vooroever langs ZW Texel kan een oplossing zijn:
 - + De locatie heeft continue sedimentbehoefte;
 - + Morfologisch gezien is dit een geschikte locatie voor vooroeversuppleties;
 - + De zandwinkvakken liggen dichtbij; en
 - + Er is weinig scheepvaart.
 - Er zijn mogelijk technische uitdagingen vanwege ondieptes (zandbanken).

4.6 Hondsbossche Duinen (Noord-Holland)

Systeembeschrijving

De Hondsbossche Duinen beslaan de zandige versterking van de zeedijk Hondsbossche en Pettemer Zeewering, welke bestaat uit een aangelegd strand met vooroever en een duinenrij aan de landzijde. Aan de noord- en zuidzijde zijn de Hondsbossche Duinen aangesloten op de bestaande zandige kust bij Petten en Camperduin. Bij Camperduin is een lagune aangelegd die via een opening met de Noordzee in verbinding staat. Het totale gebied is ca. 7 km lang. Het project is in 2015 gereed gekomen, er is in de aanleg 35 miljoen kubieke meter zand verwerkt.

De Hondsbossche Duinen hebben een vooruitgeschoven positie ten opzichte van de aangrenzende kustvakken, door de grote langtransporten is er regelmatig onderhoud nodig. Voor de Hondsbossche Duinen is (vooralnog) geen BKL vastgesteld.

Bevindingen

- Bij de aanleg van de Hondsbossche duinen is een slijtlaag aangebracht. Deze bufferzone is veel sneller verdwenen dan verwacht.
- Aan beide “schouder” van de Hondsbossche Duinen wordt jaarlijks ca. 0,5 miljoen m³ zand gesuppleerd om de erosie te stoppen.
- Het onderhoud van de Hondsbossche Duinen is de verantwoordelijkheid van de aannemer, het maakt deel uit van het aanleg- en onderhoudscontract. Wijzingen in het onderhoudscontract zijn wellicht mogelijk.

Evaluatie

1. Een megasuppletie op de vooroever (en mogelijk op het strand) langs de Hondsbossche Duinen of direct ten zuiden hiervan zou een mogelijkheid zijn:
 - + De locatie is geschikt voor een vooroeversuppletie;
 - + Een vooroeversuppletie zal in één keer invulling geven aan de grote suppletieopgave;
 - + Een vooroeversuppletie zal mogelijk ook de kust bij Schoorl aan Zee van zand voorzien.
 - Echter, een suppletie op deze locatie is niet makkelijk te koppelen aan de sedimentbehoefte tussen Egmond aan Zee en Bergen aan Zee;
 - Het is niet duidelijk hoe om te gaan met het lopende onderhoudscontract?
2. Continu suppleren met een kabelhopper op de vooroever van de twee “schouder” van de Hondsbossche Duinen zou een mogelijkheid kunnen zijn:
 - + De locatie is geschikt voor vooroeversuppletie;
 - + Op deze locaties is een continue sedimentbehoefte;
 - + De werkbaarheid is goed;
 - + De zandwinkvakken liggen dichtbij.
 - Het strand moet hier gevoed worden vanwege het onderhoud van de strandbreedte;
 - Hoe om te gaan met het lopende onderhoudscontract?

4.7 Scheveningen (Zuid-Holland)

Systeembeschrijving

De Zwakke Schakel Scheveningen is tussen 2011 en 2013 versterkt met een dijk-in-boulevard ontwerp. De boulevard ligt tegen de zeezijde van de dijk, een duin dekt de dijk af. De dijk volgt het golvende historische duinfront, waardoor er variatie in de breedte van het voorliggende strand en de hoogte van de dijk/het duin geïntroduceerd werd. Ophoging van het strand en de vooroever waren onderdeel van het ontwerp. Tevens is het strand tientallen meters verbreed. Het opgespoten strand zorgt ervoor dat de golfhoogte sterk gereduceerd wordt, zodat de dijkhoogte beperkt kon blijven. Uiteraard moet het strand regelmatig onderhouden worden. Het strand en de boulevard worden aan de zuidzijde begrensd door de havenhoofden van de Scheveningse haven.

Evaluatie

Scheveningen is geen geschikte locatie voor de alternatieve onderhoudsconcepten/-methoden:

- Een megasuppletie zou alleen op het strand aangebracht kunnen worden vanwege de scheepvaartroute naar de haven, maar dat is niet wenselijk vanwege de negatieve gevolgen voor de strandrecreatie: het strand wordt te breed en de pier komt dan mogelijk “droog” te staan (d.w.z. de waterlijn kan dan zeewaarts van het uiteinde van de pier komen te liggen).
- Continu suppleren op de vooroever is niet effectief genoeg, omdat de sedimentbehoefte hoger in het profiel ligt (vergelijkbaar met de situatie bij de Hondsbossche Duinen).

4.8 Maasvlakte (Zuid-Holland)

Systeembeschrijving

De zeewaartse rand van Maasvlakte 2 bestaat uit een zanddijk. Door de zeewaarts vooruitgeschoven positie van Maasvlakte 2 is er regelmatig onderhoud aan deze zanddijk nodig. Voor de kustlijn van Maasvlakte 2 is geen BKL vastgesteld.

Bevindingen

- Het onderhoud van de kustlijn van Maasvlakte 2 vraagt jaarlijks ca. 1,2 miljoen m³ zand.

Evaluatie

De kustlijn van Maasvlakte 2 is geen geschikte locatie voor de alternatieve onderhoudsconcepten/-methoden:

- Een megasuppletie is hier niet geschikt omdat deze waarschijnlijk tot aanzanding in de vaargeul ten noorden van Maasvlakte 2 zal leiden.
- Het concept van continu suppleren is minder geschikt omdat de zandwinvakken ongunstig liggen: het traject van zandwinvak naar kustlijn kruist scheepvaartroutes en ankerplaatsen.

4.9 Vrouwenpolder en Onrustpolder (Zeeland)

Systeembeschrijving

De kustlijn van Breezand, de noordpunt van Walcheren bij Vrouwenpolder, de Veerse Dam en het Banjaardstrand bij de Onrustpolder op Noord-Beveland verliest veel zand. De stranden zijn smal. De erosie van het Banjaardstrand wordt veroorzaakt door de voorliggende getijgeul Schaar van Onrust die meer zand afvoert dan er aangevoerd wordt (ELIAS & QUATAERT 2021). Alleen door frequent suppleren kan een smal strand behouden blijven.

De noordkust van Walcheren grenst aan de grote getijgeul Roompot, waardoor grote langstransporten optreden. Door zijn vooruitgeschoven positie verliest het strand bij Breezand continu zand, dat periodiek aangevuld wordt door langs de noordwestkust van Walcheren migrerende zandbanken. Hierdoor varieert de breedte van het strand sterk.

Bevindingen

- De kustlijn van Breezand (Vrouwenpolder) op Walcheren, de Veerse Dam en het Banjaardstrand bij de Onrustpolder op Noord-Beveland vormt in principe een samenhangend gebied met een grote sedimentvraag.
- Deze kustlijn wordt zeer regelmatig gesuppleerd.

Evaluatie

1. Een megasuppletie op de vooroever en het strand (hangend strand) bij Vrouwenpolder zou een mogelijkheid zijn:

- + Het gebied heeft een grote continue sedimentbehoefte;
- + Een suppletie op deze locatie kan mogelijk ook de kust bij de Onrustpolder bedienen indien er voldoende sedimenttransport van de megasuppletie naar het oosten optreedt;
- + De locatie is goed bereikbaar met grote schepen.

4.10 Domburg (Zeeland)

Systeembeschrijving

Domburg, gelegen aan de noordwestkust van Walcheren, is een drukbezochte badplaats. Het strand tussen Domburg en Westkapelle is echter smal, te smal voor de grote recreatiedruk. De aanleg van een megasuppletie kan het strand hier structureel verbreden en de recreatie accommoderen.

Evaluatie

1. Een megasuppletie op de vooroever en/of het strand tussen Domburg en het ten westen daarvan gelegen Westkapelle zou een mogelijkheid zijn:

- + De locatie heeft een continue en grote sedimentbehoefte.
- + Een zandmotor is een wens van de provincie Zeeland.
- Een indicatieve berekening komt op extra kosten ter grootte van € 15 miljoen bovenop de bestaande veiligheidsopgave.

4.11 Westkapelle/Oostgat (Zeeland)

Systeembeschrijving

De westpunt van Walcheren bij Westkapelle bestaat uit een zeedijk met een zandige versterking op de teen. De zuidwestkust van Walcheren, van Westkapelle tot Zoutelande, grenst aan de grote getijgeul Oostgat, waardoor de vooroever hier steil en het strand smal is. Dit maakt suppleren op deze kust lastig, er kunnen slechts beperkte zandvolumes aangebracht worden waardoor er vaak teruggekomen moet worden. Bovendien is het Oostgat een belangrijke scheepvaartroute van en naar de Westerschelde.

Bevindingen

- Vooroeversuppleties alleen kunnen het strand hier niet beschermen, het strand moet tegelijk meegesuppleerd worden. Idealiter gebeurt dat in combinatie met een geulwandsuppletie.

Evaluatie

De kust tussen Westkapelle en Zoutelande is geen geschikte locatie voor de alternatieve onderhoudsconcepten/-methoden:

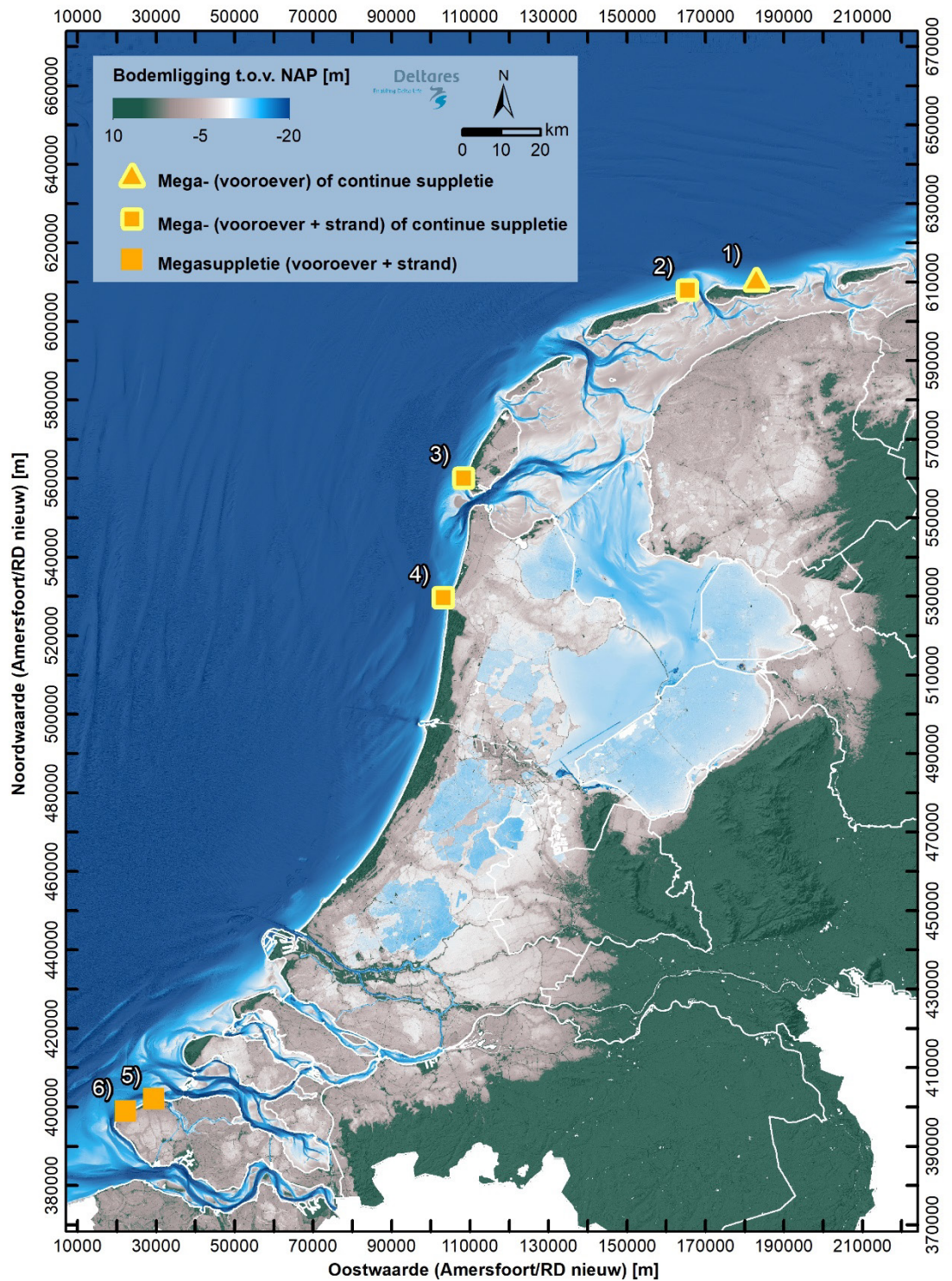
- Een megasuppletie is vanwege de scheepvaart niet mogelijk;
- Continu suppleren is vanwege de scheepvaart niet mogelijk en zou ook op het strand toegepast moeten worden.

5 Synthese

Volgens de uitgevoerde evaluatie komen van de twaalf geselecteerde gebieden met suppletiebehoefte er zes gebieden in aanmerking voor de implementatie van de alternatieve concepten/methoden (Figuur 5). Voor alle zes locaties zijn megasuppleties kansrijk, terwijl slechts vier locaties voor continue suppleties geschikt zijn. Het gaat om de volgende alternatieve concepten/methoden en locaties:

- A. megasuppletie aangebracht met een sleephopper of hopper van de toekomst op de vooroever of continue suppletie aangebracht met een kabelhopper op de vooroever:
 - 1) de centrale eilandkust van Ameland;
- B. megasuppletie aangebracht met een sleephopper of hopper van de toekomst op de vooroever én op het strand of continue suppletie aangebracht met een kabelhopper op de vooroever:
 - 2) de eilandstaart van Terschelling;
 - 3) de zuidwestkust van Texel;
 - 4) het gebied van de Hondsbossche Duinen in Noord-Holland;
- C. megasuppletie aangebracht met een sleephopper of hopper van de toekomst op de vooroever én op het strand:
 - 5) het gebied van de Vrouwenpolder op Walcheren (Zeeland);
 - 6) de kust bij Domburg op Walcheren (Zeeland).

Dit is het resultaat van een eerste verkenning van de geschiktheid van de genoemde locaties voor de toepasbaarheid van de alternatieve concepten en methoden. De werkelijke toepasbaarheid op de genoemde locaties moet door middel van een verdere, meer gedetailleerde analyse van de lokale omstandigheden vastgesteld worden.



Figuur 5: Overzicht van de Nederlandse kust en de locaties 1) t/m 6) waarvoor de implementatie van de als kansrijk geclassificeerde alternatieve onderhoudsconcepten en uitvoeringsmethoden in aanmerking komt.

Referenties

DINJENS, C., SPAANS, D. & CLEVERINGA, J. (2022): TKI Dutch Coastline Challenge. Vergunbaarheid onderhoudsconcepten en uitvoeringsmethoden kustonderhoud. Arcadis rapport D10046428:173.

ELIAS, E. & OOST, A. (2021): Morfologische processen van het Friesche Zeegat. Een conceptueel model. Deltares rapport 11205236-003-ZKS-0005.

ELIAS, E. & QUATAERT, E. (2021): Morfologische ontwikkeling Noord-Beveland en Breezand. Regio advies kusterosie Banjaardstrand en Breezand. Deltares rapport 11206794-001-ZKS-0002.

ELIAS, E.P.L., QUATAERT, E. & VERMAAS, T. (2015): Morfologie van Terschelling. Deltares rapport 1220040-006-ZKS-0005.

GRUNNET, N.M. & RUESSINK, B.G. (2005): Morphodynamic response of nearshore bars to a shoreface nourishment. Coastal Engineering 52, 119-137.

RÖBKE, B.R., DE VET, L., SANTINELLI, G. & MEIJER-HOLZHAUER, H. (2021): TKI Dutch Coastline Challenge – Werkpakket 1. Systeemkennis morfologie en toekomstprojectie suppletieopgave voor de kustvakken Noord-Holland en Texel. Deltares rapport 11207047-001-HYE-0001.

VOLLEBREGT, A. & DE BOER, W. (2020): Dutch Coastline Challenge. Projectvoorstel LWV20.377.

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl