



# Variantenstudie Texel Zuidwest

Ontwerpnootie

Provincie Noord-Holland

12 juni 2024

Project  
Opdrachtgever

Variantenstudie Texel Zuidwest  
Provincie Noord-Holland

Document  
Status  
Datum  
Referentie

Ontwerpnotitie  
Definitief  
12 juni 2024  
136907/24-008.492

Projectcode  
Projectleider  
Projectdirecteur

136907  
N.C. van der Zijden MSc  
A.M. Springer-Rouwette MSc

Auteur(s)  
Gecontroleerd door  
Goedgekeurd door

Ir. T.J.H. Nieuwhuis, B. Schilt MSc, ir. L.M.A. Jordans  
Dr. W. Ridderinkhof  
N.C. van der Zijden MSc

Paraaf



Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer  
Daalsesingel 51c  
Postbus 24087  
3502 MB Utrecht  
+31 (0)30 765 19 00  
www.witteveenbos.com  
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

## INHOUDSOPGAVE

1	<b>INLEIDING</b>	5
2	<b>OPGAVEN VOOR DE VARIANTENSTUDIE</b>	8
2.1	Knelpunten in het projectgebied	8
2.2	Uitgangspunten	9
3	<b>VARIANT 1: VOORTZETTEN VAN HET HUIDIGE BEHEER</b>	10
3.1	Beschrijving van de variant	10
4	<b>VARIANT 2: WILDERNISGEBIED ZONDER BEHEER</b>	14
4.1	Beschrijving van de variant	14
5	<b>VARIANT 3: AANLEGGEN VAN MEERDERE KERVEN</b>	17
5.1	Beschrijving van de variant	17
6	<b>VARIANT 4: VARIANT MEGASUPPLETIE</b>	21
6.1	Beschrijving van de variant	21
7	<b>VARIANT 5: AANLEG VAN EEN GROTE STREKDAM</b>	24
7.1	Beschrijving van de variant	24
8	<b>VARIANT 6: INGREPEN IN HET NOORDEN, WILDERNIS IN HET ZUIDEN</b>	30
8.1	Beschrijving van de variant	30
9	<b>REFERENTIES</b>	34
	Laatste pagina	34

	<b>Bijlage(n)</b>	<b>Aantal pagina's</b>
I	Niet-opgenomen maatregelen	2
II	Maatregelen om de zeereep te dynamiseren	5
III	Ontwerpnootitie aanleg strekdam	22
IV	Ontwerptekeningen	6



# 1

## INLEIDING

De zuidwestkust van Texel (afbeelding 1.1) behoort tot de mooiste natuurgebieden van Nederland. De weidsheid van het landschap met stranden, duinen, duinvalleien en duinmeren, en de grote diversiteit aan soorten die daarin voorkomt ervaar je als je in het gebied rondloopt. Het is een bijzonder ongerept gebied waar bewoners van Texel terecht trots en zuinig op zijn. Het heeft een grote aantrekkingskracht op toeristen en de eigen bevolking [ref. 1], en de uitzonderlijke natuurwaarden worden door deskundigen onderkend [ref. 25].

Door klimaatverandering staat de toekomst van het natuurgebied onder druk. Periodes met droogte worden langer en de zeespiegelstijging verandert het grondwaterpeil, waardoor habitats veranderen. Bovendien moet er intensief gesuppleerd worden om de kustlijn op zijn huidige positie te handhaven en neemt de hoogwaterveiligheid af door zeespiegelstijging. Verruiging, vergrassing en verzuring als gevolg van stikstofdepositie en de afname van winddynamiek leiden ook nu al tot een verslechtering van de kwaliteit van witte en grijze duinen.

In de Variantenstudie kustdynamiek Texel Zuidwest wordt onderzocht of het met dynamisch kustbeheer mogelijk is om de hoogwaterveiligheid duurzaam te waarborgen en de natuurkwaliteit te verbeteren. Met dynamisch kustbeheer wordt het beheer 'gericht (...) op het dynamiseren van de buitenste duinen, om het natte en droge deel van de kust met elkaar te verbinden'.<sup>1</sup> Daardoor krijgen zee en wind de ruimte om sediment te verplaatsen en ontstaan natuurlijkere overgangen tussen zee en land. Zand kan daardoor naar het achterliggende duingebied verstuiven, waardoor er meer zand vastgehouden wordt in het kustfundament, en wat een positieve bijdrage kan leveren aan de biodiversiteit van het duingebied.

### Variantenstudie kustdynamiek Texel Zuidwest

In de Variantenstudie kustdynamiek Texel Zuidwest wordt onderzoek gedaan naar verschillende mogelijkheden om het projectgebied (afbeelding 1.1) te dynamiseren. Doelstellingen hierbij zijn:

- het borgen van hoogwaterveiligheid bij een stijgende zeespiegel;
- het optimaliseren van het kustonderhoud;
- het bieden van voldoende ruimte op het strand;
- het vergroten van de natuurwaarden in een veranderend klimaat;
- het behoud van de huidige kwaliteit voor recreatie en de lokale economie.

Hiervoor worden in totaal 6 varianten uitgewerkt waarvan de gevolgen, kosten en baten inzichtelijk worden gemaakt. Op basis van de resultaten wordt eind 2026 een keuze gemaakt over een voorkeursvariant, die in het volgende Meerjarenprogramma (2027 – 2031) uitgewerkt wordt tot een definitief ontwerp. De volgende varianten worden onderzocht:

- 1 voortzetten van het huidige beheer;
- 2 wildernisgebied zonder beheer;
- 3 aanleggen van meerdere kerven;
- 4 aanleggen van een mega-zandsuppletie;
- 5 aanleg van een grote strekdam;
- 6 ingrepen in het noorden, wildernis in het zuiden.

---

<sup>1</sup> <https://www.dynamischkustbeheer.nl/>.

Afbeelding 1.1 Projectgebied: Zuidwestkust van Texel



---

### Afbakening variantenstudie

De variantenstudie kustdynamiek Texel zuidwest is een uitwerking van een van de maatregelen uit het Natura 2000-beheerplan Duinen en Lage Land van Texel [ref. 4], namelijk het toepassen van dynamisch kustbeheer en het herstel van winddynamiek. De variantenstudie heeft als doel om te onderzoeken welke inrichting van het projectgebied hier het meest geschikt voor is, gegeven de eerder genoemde projectdoelstellingen (blz. 4). De varianten worden daarom zodanig vormgegeven dat bepaald kan worden in hoeverre de variant middels dynamisch kustbeheer en het herstel van winddynamiek bijdraagt aan het verminderen van de knelpunten die geïdentificeerd zijn in de probleem- en systeemanalyse [ref. 3].

---

### Ontwerpproces binnen de variantenstudie

Dit rapport beschrijft de ontwerpen van de 6 varianten zoals deze zijn samengesteld als onderdeel van de Variantenstudie kustdynamiek Texel Zuidwest.

Deze ontwerpen zijn als volgt samengesteld: in fase 1 van het project zijn eerst de knelpunten geïdentificeerd waar de varianten mogelijk een positieve bijdrage aan kunnen leveren. Deze worden beschreven in de probleem- en systeemanalyse [ref. 3]. Over de knelpunten en de vormgeving van de varianten is op 4 december 2023 gesproken in de omgevingswerkgroep met direct belanghebbenden die specifiek voor dit project is samengesteld. Informatie die is opgehaald in deze bijeenkomst is gebruikt voor het opstellen van de varianten tijdens een ontwerpessie met de projectgroep die gehouden is op 12 januari 2024. Vervolgens zijn eerste ontwerpen van de varianten opgesteld waarin aanvullende opmerkingen van de projectgroep zijn verwerkt.

Op 6 maart 2024 is het eerste ontwerp van de varianten gepresenteerd aan de omgevingswerkgroep en op 27 maart 2024 tijdens een openbare omgevingsbijeenkomst in Den Hoorn. Deze afstemming met de omgeving heeft geleid tot enkele aanpassingen aan de ontwerpen. Daarvan is het gefaseerd uitvoeren van de maatregelen in de zeereep (aftoppen en aanleggen van kerven) met voldoende tussenliggende tijd om de effectiviteit te kunnen monitoren de meest in het oog springende toevoeging aan de ontwerpen.

Deze ontwerpnotitie beschrijft het ontwerp van de varianten zoals deze definitief vormgegeven zijn na de omgevingsbijeenkomsten. Van de verschillende ontwerpen zijn ontwerptekeningen gemaakt en is uitgewerkt welk ruimtebeslag en welke hoeveelheden benodigd zijn om de ontwerpen te realiseren.

Tijdens het ontwerpproces zijn ook diverse maatregelen aan bod gekomen die uiteindelijk geen onderdeel zijn geworden van één van de varianten. Deze maatregelen, inclusief de onderbouwing om deze maatregelen niet op te nemen in de ontwerpen, zijn opgenomen in bijlage I van dit rapport.

### Doel van deze ontwerpnotitie

De varianten zijn ontworpen met het doel om een realistisch beeld te kunnen presenteren en communiceren van hoe de varianten er na realisatie uit komen te zien, en om het mogelijk te maken om de onderscheidende effecten die de varianten hebben te beoordelen. Daarvoor is onder meer van belang waar welke ruimte gebruikt wordt en hoeveel van welke materialen aangevoerd of verplaatst moeten worden.

De mogelijke oplossingsruimte voor de knelpunten van het gebied inzichtelijk maken. De varianten worden feitelijk gepresenteerd. Om het 'speelveld' zo goed mogelijk in beeld te brengen worden nog geen keuzes gemaakt of belangrijke nadelen van varianten genoemd. Ook wordt de wettelijke haalbaarheid niet meegenomen in deze notitie. Dergelijke aspecten komen aan bod in de effectenstudie die ook onderdeel uitmaakt van dit project.

Bij het uitwerken van de varianten wordt ook een eerste beeld geschetst van hoe de varianten zich naar verwachting in de tijd ontwikkelen. De geschetste autonome ontwikkelingen van het kustgebied kennen een grote onzekerheid, dat geldt in het bijzonder voor de varianten waarin het suppletieonderhoud gedeeltelijk gestaakt wordt (varianten 2 en 6) en de variant waarin een grote strekdam wordt aangelegd (variant 5). In de effectbeoordeling wordt de te verwachten morfologische ontwikkeling in meer detail beschouwd.

### Achtergrondinformatie over dynamiseren van een zeereep

In de ontwerpen van de varianten worden verschillende maatregelen voor het dynamiseren van de zeereep toegepast die uitvoerig beschreven worden in de Handleiding Dynamisering Zeereep versie 1.0 (december 2022) die uitgegeven is door Programma naar een Rijke Waddenzee [ref. 2]. Deze maatregelen worden beknopt toegelicht in Bijlage II bij dit rapport.

### Leeswijzer

In hoofdstuk 2 van dit document wordt een overzicht gepresenteerd van de knelpunten die betrekking hebben op de projectdoelstellingen zoals geïdentificeerd in de systeem- en probleemanalyse. In de daaropvolgende hoofdstukken 3 tot en met 8 wordt per alternatief het schetsontwerp gepresenteerd. Binnen deze hoofdstukken worden de ontwerpkeuzes die hebben geleid tot het schetsontwerp beknopt toegelicht. Bijlage I geeft een overzicht van maatregelen die aan bod zijn gekomen tijdens het ontwerpproces, maar niet zijn opgenomen in een van de varianten. Bijlage II geeft een overzicht van de voor dit project relevante maatregelen waarmee de zeereep en een achterliggend duingebied gedynamiseerd kunnen worden. Deze maatregelen zijn relevant voor meerdere alternatieven.

# 2

## OPGAVEN VOOR DE VARIANTENSTUDIE

### 2.1 Knelpunten in het projectgebied

In de systeem- en probleemanalyse [ref. 3] zijn de knelpunten die betrekking hebben op de projectdoelstellingen beschreven. Dit betreft zowel actuele knelpunten als mogelijke toekomstige knelpunten die ontstaan wanneer huidig beheer, zonder enige aanpassingen, wordt voortgezet en zeespiegelstijging optreedt conform de huidige klimaatscenario's. De volgende knelpunten zijn geïdentificeerd (voor een nadere toelichting op de bovenstaande knelpunten verwijzen we naar de probleem- en systeemanalyse [ref. 3]):

#### *Borgen van hoogwaterveiligheid en optimaliseren van het kustonderhoud:*

- 1 er is een grote inspanning nodig om met suppleties de Basiskustlijn (BKL) [ref. 5] te handhaven;
- 2 hoogwaterveiligheid neemt af door zeespiegelstijging.

#### *Vergroten van natuurwaarden in een veranderend klimaat:*

- 3 afname aantallen broedvogels door afname geschikt leefgebied;
- 4 verstarring (te weinig dynamiek) witte duinen;
- 5 verouderende en/of verzuurde bodems en vegetaties;
- 6 eutrofiëring graslanden door kolonievogels;
- 7 afname droge vegetaties/habitats door grondwaterstijging;
- 8 verdrinken natte heiden en valleivegetaties door grondwaterstijging;
- 9 onvoldoende aangroei en vorming nieuwe jonge duinvalleien.

#### *Bieden van voldoende ruimte op het strand en behoud van kwaliteit voor recreatie en economie:*

- 10 onvoldoende ruimte voor (landings)oefeningen op het defensieterrein;
- 11 het bouwvlak en de fundering van een strandpaviljoen is minder dynamisch dan het kustgebied;
- 12 door zeewaartse uitbouw van de zeereep, erosie van het strand en zeespiegelstijging wordt het strand te smal of te laag voor recreatief/toeristisch medegebruik;
- 13 door zeespiegelstijging worden de strandhoofden minder effectief waardoor het strand sneller erodeert en lager blijft ten opzichte van de zeespiegel.

---

#### **Overige knelpunten en regulier beheer**

Wat betreft ecologische knelpunten zijn er duidelijke verschillen tussen het noordelijke deel en het zuidelijke deel van het projectgebied. Verstarring van de zeereep treedt vooral op in het noordelijk deel [ref. 3], dit wordt mede beïnvloed door het suppletieonderhoud dat enkel noord van RSP 900 wordt uitgevoerd. In het zuidelijk deel (rond de Hors) is nu al veel dynamiek in en om de zeereep aanwezig. Het via dynamisering aanpakken van knelpunten in het noordelijk deel (verstarring, veroudering, en verzuring van bodems en vegetaties van witte en grijze duinen) is daarom kansrijker dan het aanpakken van knelpunten in het zuidelijk deel (met name verstruiking), doordat dergelijke maatregelen alleen in het noordelijk deel kunnen leiden tot extra overstuiving van het achterliggende duingebied. Voor de knelpunten in het zuidelijk deel van het projectgebied zijn reguliere beheermaatregelen zoals opgenomen in het Natura 2000-beheerplan Duinen en Lage Land Texel [ref. 4] meer geschikt.

---

Voor reguliere beheermaatregelen zoals beweiden, plaggen, maaien, chopperen, het aanleggen van stuifkuilen of het herintroduceren van konijnen geldt dat deze (kunnen) bijdragen aan het verminderen van de ecologische knelpunten die zijn geïdentificeerd voor het projectgebied. Een aantal van deze maatregelen worden nu al uitgevoerd als onderdeel van het dagelijks beheer. Het uitwerken van deze maatregelen valt echter buiten de doelstelling van de Variantenstudie Texel Zuidwest. Daarom zijn deze maatregelen niet opgenomen in de ontwerpen van de varianten. Bij het beoordelen van de varianten (effectbeoordeling in fase 2) wordt hier op de volgende manier mee omgegaan: er wordt voor iedere variant verondersteld dat het reguliere beheer zodanig wordt geoptimaliseerd dat iedere variant maximaal kan bijdragen aan het verlichten van de knelpunten. We nemen in de effectbeoordeling van elke variant een paragraaf op waarin we beheermaatregelen beschrijven die bijdragen aan de effectiviteit van deze variant.

Voor het verbeteren van de hoogwaterveiligheid worden net als voor de ecologische knelpunten eveneens alleen maatregelen beschouwd die betrekking hebben op het (dynamisch) kustbeheer. Dat wil zeggen dat er maatregelen worden toegepast die eraan bijdragen dat er meer zand wordt vastgelegd in het kustfundament. Voor alle varianten geldt als uitgangspunt dat de (wettelijk vastgestelde) hoogwaterveiligheid gehandhaafd wordt. Dit is in lijn met het huidige beheer van de waterkering. In de effectbeoordeling wordt beschouwd welk effect de varianten hebben op de hoogwaterveiligheid en daarmee welk effect deze hebben op de toekomstige beheerinspanning die nodig is om de vereiste waterveiligheid te waarborgen.

## 2.2 Uitgangspunten

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd bij het opstellen van de ontwerpen:

- het borgen van hoogwaterveiligheid is een randvoorwaarde voor alle ontwerpen. Dat wil zeggen dat de wettelijk vereiste hoogwaterveiligheid van de waterkering gehandhaafd wordt. Afhankelijk van de variant is hier een grotere of kleinere beheerinspanning voor nodig;
- het natuurbeheer blijft erop gericht om in het natuurgebied aan de Natura 2000 instandhoudingsdoelstellingen te voldoen, met uitzondering van het natuurbeheer in variant 2;
- voor nieuwe constructies is een levensduur tot 2100 gehanteerd;
- de zeespiegelstijging in 2100 bedraagt 1,24 m. Dit is in lijn met de bovengrens van het hoge CO<sub>2</sub> uitstoot klimaatscenario van de KNMI'23-klimaatscenario's;
- verwachte autonome morfologische ontwikkelingen van het kustgebied zijn gebaseerd op de beschrijving in de probleem- en systeemanalyse [ref. 3];
- voor de hydraulische randvoorwaarden wordt voor het ontwerp van de waterbouwkundige constructies zonder een waterkerende functie is een terugkeertijd van 100 jaar gehanteerd;
- de bodem is voldoende draagkrachtig;
- op basis van het KNMI'23 rapport bedraagt de zeespiegelstijging in de periode 2006-2018 3,7 mm/jaar;
- kenmerkende waarden voor getij en waterstanden zijn gebaseerd op het rapport Kenmerkende waarden kustwateren en grote rivieren [ref. 9.] en worden gepresenteerd in tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kenmerkende waarden voor getij en waterstanden

Groetheid	Slotgemiddelden
gem. HW	0,74 m
gem. LW	-0,93 m
gem. waterstand 2024	+0,05 m NAP
gem. waterstand 2100	+1,29 m NAP
LAT	-1,43 m
Waterstand 1/10 jaar (2024)	2,61 m + NAP
Waterstand 1/100 jaar (2024)	3,37 m + NAP

# 3

## VARIANT 1: VOORTZETTEN VAN HET HUIDIGE BEHEER

In de variant 'voortzetten van het huidige beheer' wordt doorgegaan met het huidige kustlijnonderhoud dat bestaat uit suppleren waar en wanneer nodig binnen het afgesproken BKL-gebied. Consequentie hiervan is dat de huidige kustlijn op zijn plaats gehouden wordt middels suppleties. Ecologische knelpunten worden in de variant opgelost door relatief kleinschalige lokale maatregelen toe te passen die aansluiten bij het voortzetten van het suppletiebeleid. Een deel van deze maatregelen wordt gefaseerd aangelegd.

### 3.1 Beschrijving van de variant

De volgende maatregelen worden als 'kleine aanpassingen' opgenomen in deze variant (voor een overzicht afbeelding 3.3):

- 1 aftoppen van de zeereep tussen Paal 8 en Jan Ayeslag;
- 2 vasthouden van duinvoet en afgraven embryonale duinen in het bebouwde deel van het strand;
- 3 stimuleren van doorbraak/overstroming jongste duinvallei.

Deze maatregelen worden in onderstaande paragrafen nader toegelicht.

#### 1. Aftoppen van de zeereep tussen Paal 8 en Jan Ayeslag

Op in totaal 17 locaties tussen Paal 8 (RSP 800) en Jan Ayeslag wordt in de zeereep een deel van het duin afgetopt. Hierbij wordt de bovenste meter afgegraven vanaf halverwege het zeewaartse talud tot ongeveer 10 m voorbij de kruin landwaarts. Dit aantal locaties is gebaseerd op de inschatting (op basis van [ref. 9]) dat het effect per aftoplocatie (met een breedte van 30 m) in de orde van 100 m in kustlansrichting is.

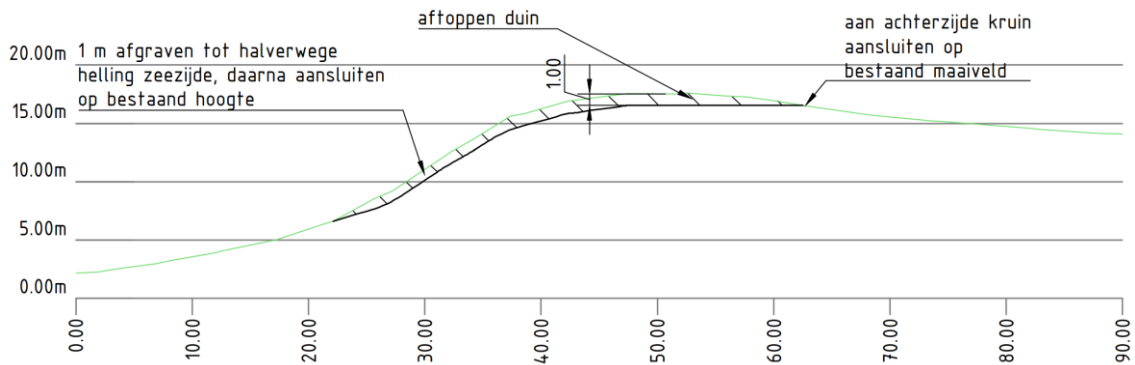
De locaties voor de maatregelen en de prioritering per fase zijn gekozen op basis van de volgende overwegingen:

- geen maatregelen ter hoogte van RSP950 gezien hier een strandhaak ligt waardoor verstuiving naar het achterland nauwelijks effectief is;
- voldoende afstand tussen de parkeerplaats/strandopgang en de aftoplocaties ten zuiden daarvan om overlast door verstuiving te voorkomen;
- tussen RSP 1150 en RSP 1200 bevinden zich al enkele natuurlijke stuifkuilen dus hier worden de duinen niet afgetopt;
- we geven prioriteit aan aftoppen noord en zuid van het Hoornderslag, omdat de achterliggende ecologie in dit gebied het meeste baat heeft bij extra zand aanvoer;
- om kennis te ontwikkelen over de effecten van aftoppen als gevolg van een andere oppervlakte of oriëntatie, wordt hierin gevarieerd op de verschillende locaties. Zo hebben de meest zuidelijke locaties een oriëntatie die aansluit bij de natuurlijke stuifkuilen onder RSP900, de verder noordelijke locaties hebben een oriëntatie die aansluit bij de droge plekken rond RSP1175. Op RSP1000 bevindt zich een dwarsprofiel met een breed duinkruin dus daar wordt ver landinwaarts afgetopt en op RSP1080 en RSP1220 wordt kustlans een breed deel (100 m) afgetopt.



Afbeelding 3.1 toont het aftoppen van de zeereep in een doorsnede loodrecht op de zeereep. De breedte (kustlangs) waarover de zeereep afgetopt wordt is 30 m met uitzondering van twee locaties, waar over een breedte van 100 m kustlangs wordt afgetopt. Door de zeereep op meerdere locaties af te toppen, wordt een groot gedeelte van het achterliggende duingebied voorzien van vers, relatief kalkrijk zand door overpoedering. Door de breedte van de aftoplocaties te variëren wordt inzicht verkregen in het effect van de breedte op de effectiviteit van deze maatregel.

Afbeelding 3.1 Langsdoorsnede van het aftoppen van de zeereep



### Uitvoering in twee fasen

Het aftoppen van de duinen wordt gerealiseerd in twee fasen, waarbij in fase 1 ongeveer 30 % van de locaties wordt afgetopt. Door de locaties gedurende enkele jaren na de aanleg te monitoren, wordt inzicht verkregen in hoe de locaties zich ontwikkelen en welke effecten het aftoppen heeft op de omliggende ecologie. Op basis daarvan kan de vormgeving van de overige locaties voor aanleg (in een latere fase) geoptimaliseerd worden.

Het zand dat vrijkomt bij de ontgraving wordt in zee geplaatst (binnen het BKL profiel). Voor het aftoppen wordt in de eerste fase een zandvolume van ongeveer 21.000 m<sup>3</sup> ontgraven. Om alle aftoplocaties te realiseren wordt in totaal 43.000 m<sup>3</sup> ontgraven. Tabel 3.1 toont een overzicht van de aantallen en volumes.

Tabel 3.1 Overzicht aftoppen variant 1

	Eerste aanleg	Totaalontwerp
aantal locaties	6	17
breedte kustlangs	2x 100 m, 4x 30 m	2x 100 m, 15x 30 m
te ontgraven oppervlakte	26.800 m <sup>2</sup>	46.800 m <sup>2</sup>
te ontgraven volume	21.000 m <sup>3</sup>	43.000 m <sup>3</sup>

Over de gehele zeereep wordt betreding ('vrij wandelen') toegestaan tot enkele meters voorbij de kruin landinwaarts. Op deze manier wordt het opnieuw vestigen van dichte helmvegetaties tegengegaan, blijven verstuingen actief en kan hoogtevariatie ontstaan die mogelijk op termijn leidt tot het vormen van nieuwe stuifkuilen.

## 2. Vasthouden van duinvoet en afgraven embryonale duinen in het bebouwde deel van het strand

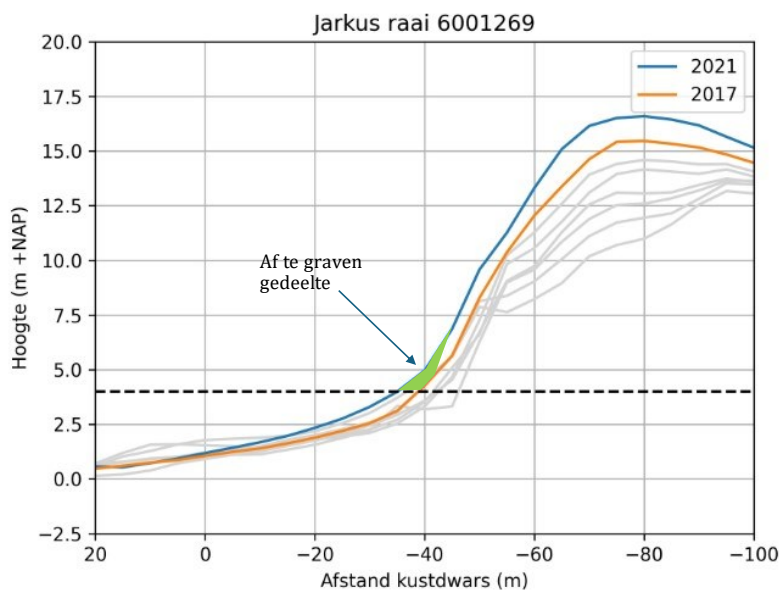
De voortdurende suppleties in het noordelijk deel van het projectgebied hebben de landwaartse migratie van de duinvoet gestopt en leiden er op sommige plaatsen toe dat de duinvoet zeewaarts verplaatst. Zo is in een deel van het gebied waar in de zomer strandhuisjes staan, de duinvoet (ligt rond een hoogte van NAP +4 m) met orde 20 m - 30 m zeewaarts verschoven ten opzichte van de positie in 1991.

Door de aanwezigheid van de strandhoofden en het Molengat is het strand niet zeewaarts verplaatst, maar als gevolg van de verplaatsing van de duinvoet smaller geworden. In eerdere studies is opgemerkt dat de suppleties worden uitgevoerd omdat er een doorgaande erosie is in de 'MKL-rekenshijf' (in hoogte ongeveer gelegen tussen NAP -5 m en NAP +3 m), terwijl er sedimentatie plaatsvindt in het profiel boven en onder deze zone.

Om te voorkomen dat in de toekomst onvoldoende ruimte is voor bebouwing op het strand, wordt verdere uitbouw van de positie van de duinvoet in het bebouwde deel van het strand voortaan beperkt door jaarlijks aan het begin van het zomerseizoen de eventuele *zeewaartse uitbouw van de duinvoet weg te graven inclusief mogelijk gevormde embryonale duinen in dit gebied*.

Afbeelding 3.2 toont een schetsmatige weergave van deze operatie voor een doorsnede in het projectgebied ter hoogte van RSP1269. Het daarbij (eventueel) vrijkomende zand wordt gebruikt als basis voor de bebouwing (met name strandhuisjes). Ook kan overwogen worden om het zand te gebruiken om lage delen van het grensprofiel aan de achterzijde van de waterkering op te hogen, met als doel om de hoogwaterveiligheid op lange termijn te waarborgen. In jaren dat de duinvoet niet zeewaarts verplaatst wordt er vanzelfsprekend geen zand ontgraven.

Afbeelding 3.2 Schetsmatige weergave van weg te graven zeewaartse uitbouw duinvoet voor RSP1269. Verschil tussen oranje en blauwe lijn toont zeewaartse groei van de duinen tussen 2017 en 2021. De grijze lijnen tonen duinprofielen tussen 2000 en 2016 met een interval van 3 jaar



### 3. Stimuleren van doorbraak/overstroming jongste duinvallei

In 2012 is de duinvallei onder het oostelijke Horsmeertje drastisch verjongd, doordat er na een storm een inbraak van zout water plaatsvond. Hierdoor bleef een laag vers zand achter waar pioniersoorten zich opnieuw in konden vestigen. Een dergelijke verjonging (of 'reset') van de bodem is bevorderlijk voor pioniersoorten als de groenknolorchis. Het stimuleren van deze verjonging op de Hors zorgt voor een langere levensduur van jonge duinvalleien, en wordt gerealiseerd door een verbinding tussen een duinvallei en het strand te maken door een deel van de zeereep tot op strandhoogte af te graven.

Afbeelding 3.3 Schetsontwerp Variant 1: Voortzetten van het huidige beheer



# 4

## VARIANT 2: WILDERNISGEBIED ZONDER BEHEER

In de variant 'Wildernisgebied zonder beheer' wordt ruimte gegeven aan de natuurlijke dynamiek. De BKL wordt niet langer gehandhaafd en het suppletieonderhoud wordt stopgezet. Daardoor slaat de kust af en verplaatst de kustlijn zich landwaarts. Gevolg is dat het oppervlak van het achterliggende duingebied afneemt. In deze variant wordt ook het beheer van het achterliggende duingebied gestaakt en de vegetatieontwikkeling niet langer bijgestuurd. Als gevolg van de natuurlijke migratie van zandplaten zal de kustlijn in sommige perioden ook zeewaarts verplaatsen. Langs de erosieve kustlijn ontwikkelt een heterogene zeereep die gedeeltelijk afslaat tijdens stormen. Het grensprofiel ligt tegen de achterzijde van de waterkering.

Het is bij deze variant van belang om te benadrukken dat het maken van verwachtingen voor de morfologische ontwikkelingen in de komende decennia een grote onzekerheid kent.

### 4.1 Beschrijving van de variant

De volgende maatregelen zijn opgenomen in deze variant (afbeelding 4.1):

- 1 loslaten van de BKL;
- 2 staken van het natuurbeheer in het duingebied.

Deze maatregelen worden in onderstaande paragrafen nader toegelicht.

#### 1. Loslaten van de BKL: Evolutie van de kustlijn tot 2100

De wijze waarop de kustlijn zich tot 2100 zal ontwikkelen in deze variant wordt verder uitgewerkt in de effectbeoordeling als onderdeel van de beoordeling op de thema's water en natuur. In afbeelding 4.1 wordt een eerste indicatie gegeven van hoe de kustlijn zich in deze variant kan ontwikkelen. Voor deze inschatting is gebruik gemaakt van de volgende informatie uit de systeemanalyse [ref. 3]:

- in de periode voorafgaand aan het vaststellen van de BKL verplaatste de kustlijn rond RSP1000 zich over een lange periode met orde 20 m/jaar landwaarts. Een soortgelijke erosiesnelheid wordt momenteel geobserveerd in de perioden tussen de strandsuppleties (met name in het gebied tussen RSP900 en 1100). Verwacht wordt dat deze trend in de eerste periode na het staken van het suppletieonderhoud doorzet;
- in het komende decennium verheelt een grote zandplaat met de kustlijn van Texel tussen RSP800 en RSP1100. Als gevolg van deze natuurlijke aanvoer van zand zal de kustlijn zich gedurende een periode zeewaarts verplaatsen. Na de verheeling zet de huidige erosieve trend weer door;
- in de tweede helft van de eenentwintigste eeuw verheelt de grote zandplaat de Razende Bol naar verwachting met het eiland Texel. In dat geval neemt de strandvlakte in het zuidwesten van het projectgebied fors in omvang toe. Deze lokale uitbouw van de kust heeft dan ook een dempend effect op de erosieve trend in het noordelijk deel van het projectgebied (tussen RSP900 en ~RSP1250);
- sediment verplaatst binnen het projectgebied zowel richting het noorden als richting het zuiden. Het netto sedimenttransport langs de kust in het projectgebied is zuidwaarts ten zuiden van ongeveer RSP1100 en noordwaarts ten noorden van deze locatie;

- de erosie van de kustlijn neemt geleidelijk af als gevolg van een veranderende kustoriëntatie. De hoek waaronder de golven invallen is bepalend voor het langstransport en daarmee ook de locaties waar erosie en sedimentatie plaatsvindt. Door het terugtrekken van de kustlijn verandert de oriëntatie zo dat het zandverlies van de meest erosieve delen afneemt.

Als gevolg van de aanzanding van de grote zandplaat wordt rond 2030 een zeewaartse verplaatsing van de kustlijn verwacht. Na aanzanding van de zandplaat wordt voor de jaren tot 2060 een landwaartse verplaatsing aangenomen in lijn met de huidige verplaatsing van 20 m/jaar. Als gevolg van een geleidelijke verandering in oriëntatie zal de snelheid van het terugtrekken van de kustlijn na verloop van tijd afnemen. Voor de periode 2060 tot 2100 wordt zodoende de verwachte erosie teruggebracht naar zo'n 10 m/jaar. Voor 2100 zijn er twee lijnen getekend; één waarbij de razende bol is verheeld met Texel en één lijn waarbij dit niet is gebeurd. In het verleden is Onrust, een soortgelijk eiland, verheeld met Texel dus het is te verwachten dat dit met de Razende bol ook gebeurd. Gezien er de mogelijkheid bestaat dat deze zandplaat niet, of niet voor 2100 verheeld met Texel, is ook de te verwachten kustlijn weergegeven als verheling niet optreedt. Het zand dat door de verheling wordt toegevoegd aan Texel zal op termijn zowel noordwaarts als oostwaarts verplaatsen waardoor de Hors op termijn weer kleiner wordt en er nieuwe duinvalleien ontstaan.

## **2. Staken van het natuurbeheer in het duingebied**

In deze variant wordt ook het natuurbeheer van het duingebied stopgezet. Dat is inclusief het (huidige) begrazingsbeheer. Dit zal er deels toe leiden dat terreindelen verder zullen verruigen, verzuren of verbossen. Door extra dynamiek aan de zeezijde vindt in deze variant echter naar verwachting ook (natuurlijke) verjonging plaats. In de effectbeoordeling wordt uitgewerkt (en beoordeeld) op welke manier de natuur in het gebied zich hierdoor naar verwachting gaat ontwikkelen.



Afbeelding 4.1 Schetsontwerp Variant 2: Wildernisgebied zonder beheer. Let op: de morfologische verwachting kent een hoge mate van onzekerheid





# 5

## VARIANT 3: AANLEGGEN VAN MEERDERE KERVEN

In de variant 'Aanleggen van meerdere kerven' wordt de zeereep gedynamiseerd zodanig dat er meer natuurlijkere overgangen tussen de zee en het land ontstaan en er meer zand kan neerslaan in het duingebied achter de zeereep. Meer achtergrond over de maatregelen die ingezet kunnen worden om een zeereep te dynamiseren wordt gegeven in Bijlage I.

### 5.1 Beschrijving van de variant

De volgende maatregelen zijn opgenomen in deze variant (afbeelding 5.3):

- 1 Kerven in de zeereep ten noorden van RSP900;
- 2 Aftoppen van de zeereep ten noorden van RSP900;
- 3 Voorsorteren op de vorming van paraboolduinen;
- 4 Voortzetten van huidig suppletieonderhoud.

Deze maatregelen worden in onderstaande paragrafen nader toegelicht.

#### 1. Kerven in de zeereep ten noorden van RSP900

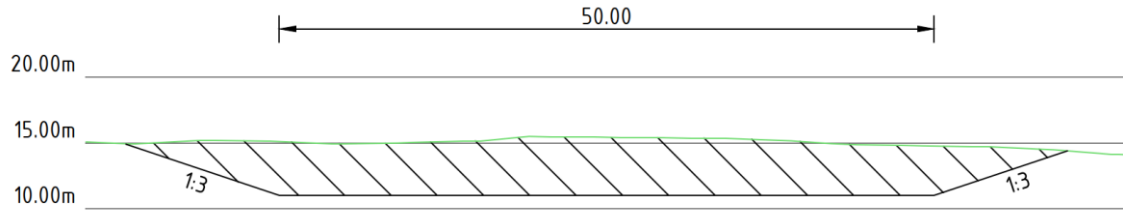
Ten noorden van RSP900 worden in totaal 10 kerven aangebracht in de zeereep. Deze kerven hebben ter hoogte van de duinvoet een breedte van ongeveer 50 m. De breedte van de kerven op kruinhoogte is ook 50 m en neemt verder landwaarts af tot 25 m. Door de breedte te laten afnemen in landwaartse richting wordt de windsnelheid in de kerf versterkt wat bijdraagt aan het zandtransport.

De locaties voor de maatregelen en de prioritering per fase zijn gekozen op basis van de volgende overwegingen:

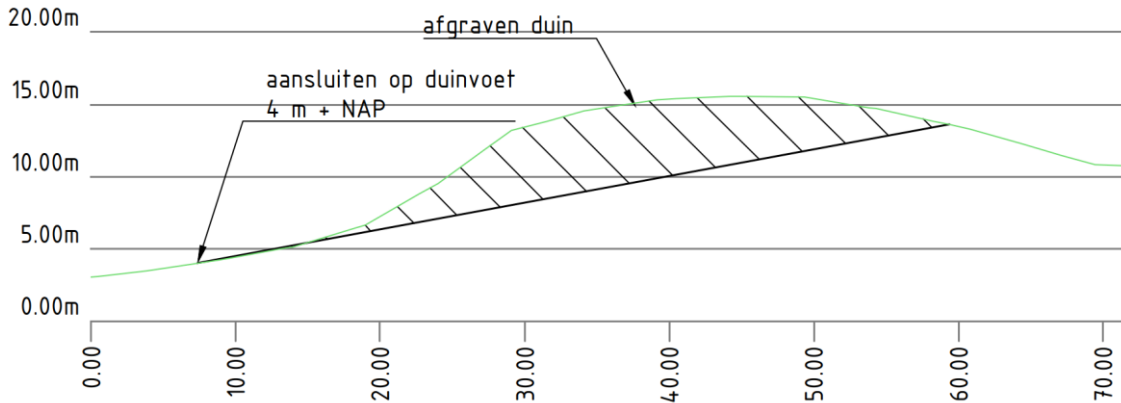
- geen maatregelen ter hoogte van RSP950 gezien hier zich een strandhaak bevindt en verstuiving naar het achterland nauwelijks effectief is;
- er moet genoeg afstand zitten tussen de parkeerplaats/strandopgang en de maatregel ten zuiden daarvan. Indien de maatregel te dichtbij ligt, ontstaat hier mogelijk overlast door verstuiving;
- geen/minder maatregelen tussen RSP 1150 en RSP 1200 omdat hier zich al enkele natuurlijke stuifkuilen bevinden;
- we geven prioriteit aan aftoppen noord en zuid van het Hoornderslag, omdat de achterliggende ecologie in dit gebied het meeste baat heeft bij extra zand aanvoer;
- de kerven worden gelijkmatig verdeeld over het gebied. Dit wordt gedaan om kennis te ontwikkelen over de effecten van het aanleggen van kerven als gevolg van een andere oppervlakte of oriëntatie, wordt hierin gevarieerd op de verschillende locaties. Zo hebben de meest zuidelijke locaties een oriëntatie die aansluit bij de natuurlijke stuifkuilen onder RSP900, de verder noordelijke locaties hebben een oriëntatie die aansluit bij de droge plekken rond RSP1175;
- In fase 1 wordt een kleiner deel aangelegd dan in fase 2. Op deze manier kunnen ervaringen uit de eerste fase gebruikt worden om het ontwerp voor fase 2 te optimaliseren. Wel dienen genoeg maatregelen te worden aangelegd zodat monitoring daadwerkelijk iets oplevert.

Een dwarsdoorsnede en langsdoorsnede van de kerf zijn weergegeven in afbeelding 5.1 en afbeelding 5.2. De oriëntatie van de kerven is in langsricting van westzuidwest naar oostnoordoost. De meest zuidelijke kerven krijgen een oriëntatie die nagenoeg gelijk is aan die van de natuurlijke kerven die direct ten zuiden van RSP900 voorkomen.

Afbeelding 5.1 Dwarsdoorsnede kerf rond x = 42m op de langsdoorsnede



Afbeelding 5.2 Langsdoorsnede kerf



Om te voorkomen dat de kerven dichtgroeien en daardoor hun functie in het stimuleren van zandtransport naar het duingebied verliezen, wordt het strand en de duinvoet in het gedeelte ten noorden van RSP900 actief beheerd. Embryonale duinen die zich in dit gebied zeewaarts van de kerven vormen worden (circa iedere 3 jaar) verwijderd. Dit zal met name in het gebied tussen RSP900 en RSP1100 in de komende decennia veelvuldig nodig zijn, als gevolg van het bredere strand dat wordt voorzien na verhelving van het ebschild.

Het maken van kerven in de zeereep wordt gerealiseerd in twee fasen. In fase 1 worden 4 kerven aangelegd, in totaal zijn er 10 kerven opgenomen in het ontwerp. Door de 4 kerven gedurende enkele jaren na de aanleg te monitoren, wordt inzicht verkregen in hoe deze zich ontwikkelen en welke effecten ze hebben op de omliggende ecologie. Op basis daarvan kan de vormgeving van de overige kerven (in een latere fase) geoptimaliseerd worden.

Het zand dat vrijkomt bij de ontgraving wordt in zee geplaatst (binnen het BKL profiel). Het totale zandvolume dat ontgraven wordt, wordt geschat op 75.000 m<sup>3</sup>. Een overzicht van de karakteristieken van deze maatregel is weergegeven in tabel 5.1.

Tabel 5.1 Overzicht kerven variant 3

	Eerste aanleg	Totaalontwerp
aantal locaties	4	10
breedte kustlangs	50 m	50 m
te ontgraven oppervlakte	18.000 m <sup>2</sup>	31.000 m <sup>2</sup>
te ontgraven volume	30.000 m <sup>3</sup>	75.000 m <sup>3</sup>

## 2. Aftoppen van de zeereep ten noorden van RSP900

In het gedeelte van de zeereep ten noorden van RSP900 wordt op 7 locaties een deel van de zeereep afgetopt. Hierbij wordt de bovenste meter afgegraven vanaf halverwege het zeewaartse talud tot ongeveer 5 m voorbij de kruin landwaarts. Op twee locaties bedraagt de breedte kustlangs 100 m, voor de overige locaties bedraagt de breedte kustlangs 30 m. Door het aftoppen ontstaat een kale plek waarvandaan zand kan verstuiven naar het achterliggende duingebied. Mogelijk ontstaan op termijn stuifkuilen of kerven op de afgetopte locaties. Het aftoppen gebeurt in ook hier in twee fasen, een overzicht hiervan is weergegeven in afbeelding 5.3. Uiteindelijk wordt een zandvolume van ongeveer 22.000 m<sup>3</sup> afgegraven voor het aftoppen. Het afgegraven zand wordt in zee geplaatst, binnen het BKL profiel. Een overzicht van de karakteristieken van deze maatregel is te vinden in tabel 5.2.

In deze variant wordt beperkt nabeheer voorzien in de afgetopte zeereep en wordt de toestemming tot betreding van de zeereep niet uitgebreid ten opzichte van de huidige situatie (dus niet toegestaan). Het nabeheer dient mede om te voorkomen dat de aanleg van kerven en stuifkuilen leidt tot het ontstaan van een 'rollende zeereep' (zie Bijlage II.3).

Tabel 5.2 Overzicht aftoppen variant 3

	Eerste aanleg	Totaalontwerp
aantal locaties	3	8
breedte kustlangs	2x 100 m, 1x 30 m	2x 100 m, 6x 30 m
te ontgraven oppervlakte	19.800 m <sup>2</sup>	27.800 m <sup>2</sup>
te ontgraven volume	12.000 m <sup>3</sup>	22.000 m <sup>3</sup>

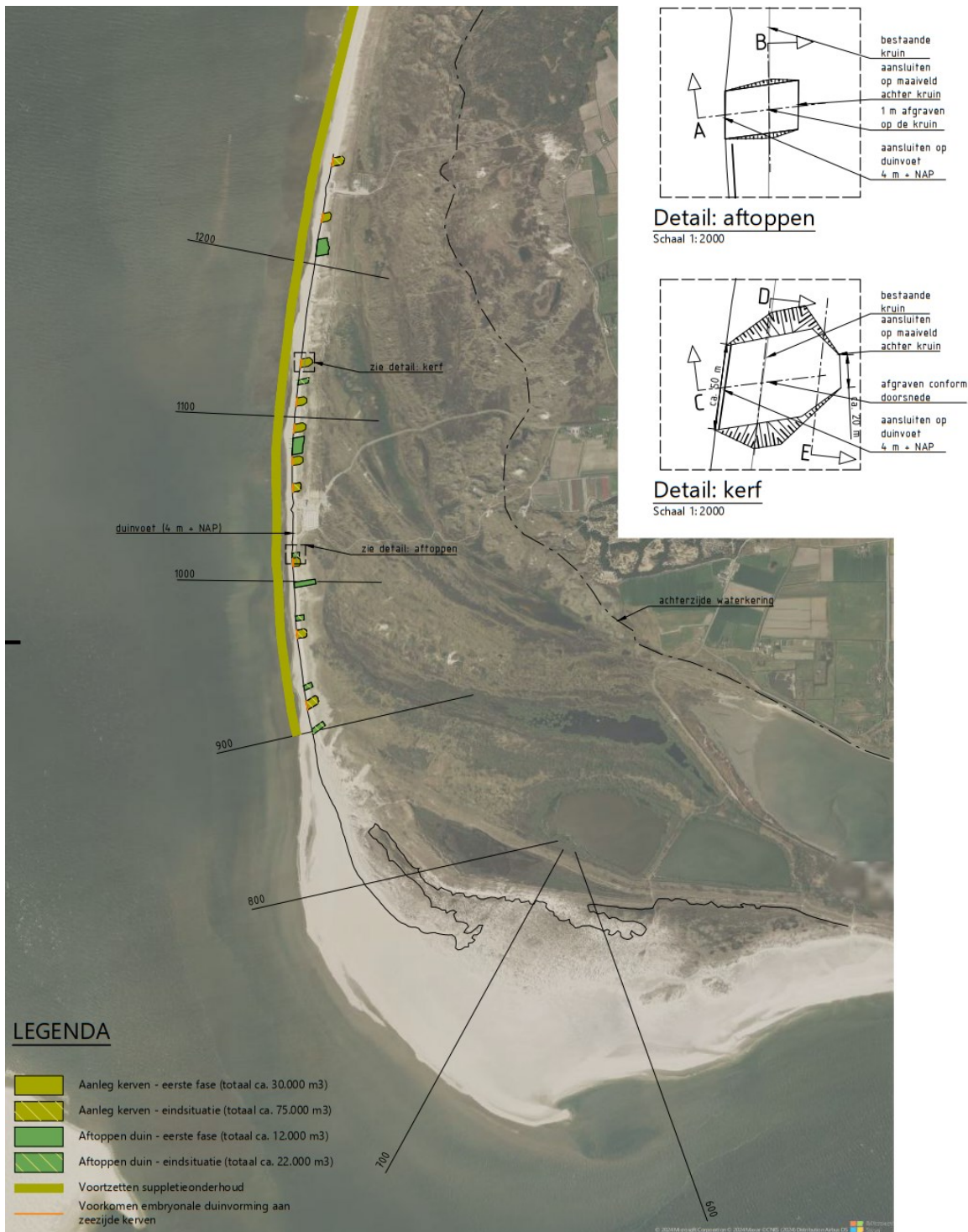
## 3. Voorsorteren op de vorming van paraboolduinen

Door veel kerven met voldoende tussenafstand aan te leggen en de tussenliggende zeereep af te toppen, ontstaat de mogelijkheid dat zich aan de achterzijde van een of meerdere van de kerven een paraboolduin vormt. Deze paraboolduinen kunnen vervolgens vanuit de zeereep 'landinwaarts' wandelen. Dit kan leiden tot grootschalige verjonging van het duinlandschap waarbij ook nieuwe duinvalleien ontstaan op het niveau van de dan aanwezige grondwaterspiegel. Naar schatting duurt het minimaal 25 jaar voordat een paraboolduin vormt uit een kerf. Ook is het op voorhand niet goed te voorspelen of een kerf ontwikkelt tot een paraboolduin. Het aanleggen van meerdere kerven vergroot de kans dat dit gebeurt.

## 4. Voortzetten van huidig suppletieonderhoud

Evenals in Variant 1 wordt in deze variant het huidige beleid omtrent het handhaven van de BKL voortgezet en wordt er suppletieonderhoud gepleegd om de MKL zeewaarts van de BKL te houden.

Afbeelding 5.3 Schetsontwerp Variant 3: Aanleggen van meerdere kerven. Merk op dat de locatie van de kerven is bepaald ten behoeve van de effectbeoordeling. In een nadere uitwerking kan de locatie nog wijzigen



# 6

## VARIANT 4: VARIANT MEGASUPPLETIE

In de variant 'Megasuppletie' wordt een megazandsuppletie aangebracht met een totaal volume van 4 miljoen m<sup>3</sup>. Daarmee wordt de positie van de kustlijn voor een langere periode (orde 10 tot 15 jaar) zeewaarts van de BKL gehouden en komt veel zand beschikbaar voor verstuiving naar het achterliggende duingebied.

### 6.1 Beschrijving van de variant

De volgende maatregelen zijn opgenomen in deze variant (afbeelding 6.2):

- 1 Megasuppletie: grootschalige strandverbreding tussen ongeveer RSP900 en RSP1250.

Deze maatregel wordt in de onderstaande paragraaf nader toegelicht.

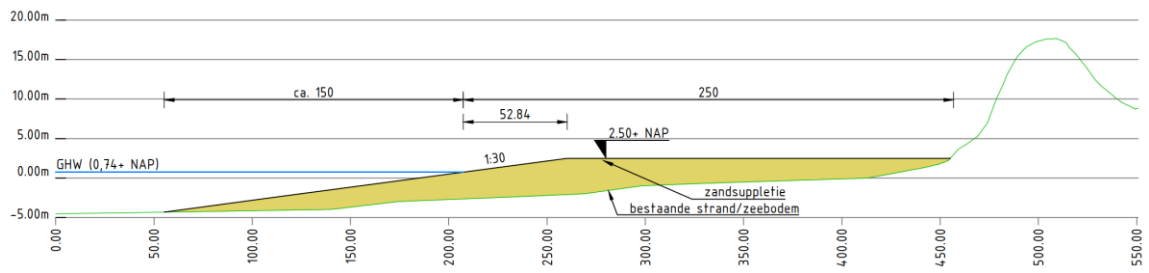
#### 1. Megasuppletie: grootschalige strandverbreding tussen ongeveer RSP900 en RSP1250

Ten noorden van RSP900 wordt het strand verbreed door middel van een zandsuppletie. Vanaf RSP900 naar het noorden neemt de suppletie trapsgewijs in breedte toe. De afstand tussen de hoogwaterlijn (NAP 0,75 m) en de duinvoet (NAP 4 m) is in de huidige situatie 50 m en wordt door de suppletie verbreed tot 200 à 250 m. Op het breedste punt van de suppletie neemt de strandbreedte met 200 m toe. Ook rond het 'splitsingspunt' (divergentiepunt) voor sedimenttransport wordt genoeg zand geplaatst om het strand daar met 200 m te verbreden. Een deel van het zand dat hier wordt aangebracht voedt op een later moment de omliggende gebieden. Direct voor het Hoornderslag wordt een verbreding van 175 m aangelegd om extra zekerheid in te bouwen voor het beschikbaar houden van voldoende strandbreedte in het (sterk erosieve) bebouwde deel van het strand.

De suppletie wordt aangelegd op een hoogte van NAP +2,5 m en sluit aan op de gemiddelde hoogwaterlijn met een helling van 1:30. Deze hoogte en helling zijn in lijn met eerdere suppleties op deze locatie [ref. 10]. Een doorsnede van de zandsuppletie is weergegeven in afbeelding 6.1. De totale suppletie heeft een volume van 3,8 miljoen m<sup>3</sup>. Een breder strand leidt tot een grotere verstuiving van zand richting de duinen. Het verwachte voordeel van de hier gekozen geometrie is daardoor dat de verstuiving richting de duinen in een groot deel van het projectgebied toeneemt. Door een groot zandvolume aan te brengen in het BKL-gebied kan dit efficiënter aangebracht worden wat mogelijk onderhoudskosten kan besparen en de frequentie van verstoring van het gebied door werkzaamheden beperkt. De keuze voor een relatief smalle megasuppletie beperkt de hinder voor medegebruik.

In deze variant wordt embryonale duinvorming, die deze verstuiving kan blokkeren, niet actief voorkomen.

Afbeelding 6.1 Dwarsdoorsnede zandsuppletie (A-A in afbeelding 6.2)





Afbeelding 6.2 Schetsontwerp Variant 4: Aanleggen van een mega-zandsuppletie



# 7

## VARIANT 5: AANLEG VAN EEN GROTE STREK DAM

In de variant 'Aanleg van een grote strekd dam' wordt een grote strekd dam (zoals de Eierlandse dam) aangelegd in het projectgebied met als doel om het strand vast te houden of uit te laten bouwen. Deze strekd dam heeft een lengte van 800 m, gemeten vanaf de duinvoet. Dat is meer dan tweemaal zover als de strandhoofden die aanwezig zijn in het projectgebied (steken orde 300 m in zee vanaf de duinvoet). In dit hoofdstuk wordt het ontwerp van de strekd dam beknopt beschreven. Meer detail over het ontwerp wordt gepresenteerd in Bijlage III.

### 7.1 Beschrijving van de variant

De volgende maatregelen zijn opgenomen in deze variant (afbeelding 7.4):

- 1 Aanleg van een grote strekd dam nabij RSP990;
- 2 Landwaarts verlengen van de strandhoofden nabij de strandslagen;
- 3 Voortzetten van huidig suppletieonderhoud.

Deze maatregelen worden in onderstaande paragrafen nader toegelicht.

#### 1. Aanleg van een grote strekd dam nabij RSP990

De grote strekd dam is zo gepositioneerd dat deze centraal ligt ten opzichte van de locatie waar de grootste erosie optreedt (tussen Jarkusraai 900 en Jarkusraai 1100), nabij Jarkusraai 990. Op deze raai is al een kleinere strekd dam aanwezig. Door de nieuwe constructie boven op een bestaande constructie aan te brengen is minder materiaal benodigd. Door het aanleggen van deze constructie wordt een vergelijkbaar aanzandingspatroon beoogd als bij de Eierlandse dam en de nabijgelegen bestaande strekd dammen. Aan de noordzijde wordt aanzanding verwacht, doordat het kustlangse transport wordt onderbroken. Naar verwachting treedt aan de zuidzijde aanzanding op in de directe nabijheid van de strekd dam vanwege het luwte effect waardoor ook meer zand in het kustprofiel vastgehouden wordt. Op grotere afstand ten zuiden van de strekd dam wordt als gevolg van het onderbreken van het langstransport erosie verwacht.

De grote strekd dam heeft een lengte van 800 m vanaf de duinvoet. De lengte vanaf het GLW-niveau (Gemiddeld Laag Water) tot het eind van de strekd dam bedraagt dan circa 680 m. De dimensies van de strekd dam zijn zo gekozen dat deze een positief effect hebben op de kustlijnontwikkeling binnen het gebied waar de BKL onderhouden wordt (dus noord van RSP900).

Op basis van de richtlijnen genoemd in paragraaf 8.3 van Principles of sediment engineering en een stabiliteitsanalyse is de kruinhoogte bepaald. De volgende richtlijnen worden genoemd:

- 1 in paragraaf 8.3.1. wordt voor het zeewaartse uiteinde van de strekd dam een hoogte genoemd welke net beneden laag water ligt;
- 2 in paragraaf 8.3.3. wordt een kruinhoogte genoemd bij het landwaartse uiteinde van de strekd dam welke net lager moet liggen dan het strandprofiel van de duinvoet;
- 3 in paragraaf 8.3.3. wordt een kruinhoogte genoemd voor het zeewaartse uiteinde van de strekd dam welke hoger moet liggen (0,5 m) dan het gemiddeld laag water;
- 4 daarnaast staat in paragraaf 8.3.3 dat de kruinhoogte 1 m hoger moet liggen dan het zeebed;
- 5 in paragraaf 8.3.3. staat dat transport van zand over de strekd dam is toegestaan;

6 in paragraaf 8.3.3 staat dat de kruinhoogte aan de landwaartse zijde van de strekdam 0,5 m boven het zomerprofiel van het strand moet liggen.

Richtlijn 1 en 3 zijn met elkaar in conflict. Het is niet mogelijk om aan beide richtlijnen gelijktijdig te voldoen. De kruinhoogte van het meest zeewaartse deel is in 2024 gelijk aan gemiddeld laag water (NAP-0,88 m). Door zeespiegelstijging komt de kruin van het meest zeewaartse deel in de toekomst beneden laag water te liggen. Op deze manier wordt zoveel mogelijk aangesloten bij richtlijn 1 en 3.

De stabiliteit van de toplaag is bepaald met de methode van Vidal en de methode van Van der Meer, zie Bijlage III. De filterlaag is bepaald met behulp van vuistregels. Voor de lengte van de bodembescherming is aangesloten bij het ontwerp van de Eierlandse dam.

De grote strekdam is opgedeeld in drie secties met elk zijn kruinhoogte en type bekleding. De strekkingen hebben de volgende kenmerken:

- 1 landwaarste deel vanaf duinvoet tot aan het bodempeil op NAP -1,5 m wordt als toplaag 10 - 60 kg breuksteen gepenetreerd toegepast. Deze wordt aangebracht op een geotextiel op een quarry run-laag op de bestaande strekdam. De kruin ligt op NAP +3,0 m. De teenconstructie bestaat uit 60 - 300 kg breuksteen sortering op 0,5 m breuksteen op een zinkstuk. De teenconstructie heeft een breedte van 5 m;
- 2 vanaf het bodempeil tussen NAP -1,5 m en NAP -4 m wordt 3 - 6T toegepast. 3 - 6T wordt aangebracht op een 300-1.000 kg breuksteen filterlaag op een quarry run kern. De kruin ligt voor deze sectie op NAP +1,0 m. De teenconstructie bestaat uit een 3 - 6T breuksteen sortering op 0,5 m breuksteen op een zinkstuk. De teenconstructie heeft een breedte van 5 m;
- 3 vanaf NAP -4,0 m bestaat de bekleding uit 3 - 6T breuksteen op een onderlaag van 300 - 1.000 kg breuksteen op een kern van quarry run. De kruin ligt hier op NAP -0,88 m. De kopconstructie heeft eenzelfde bekleding. De teenconstructie bestaat uit een 3 - 6T breuksteen sortering op 0,5 m breuksteen op een zinkstuk. De teenconstructie heeft een breedte van 5 m.

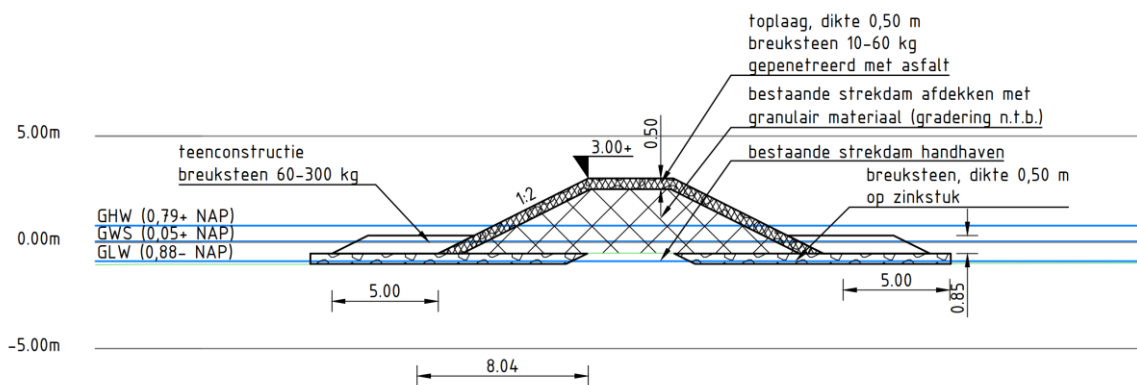
In tabel 7.1 zijn de kenmerken van de drie secties samengevat. Opgemerkt moet worden dat voor strekking 2 de bestaande strekdam verwijderd dient te worden om de 3 - 6T breuksteen aan te brengen. Daarnaast is het door de ondiepe ligging van de bodem ook niet mogelijk om al direct de filterlagen en de kern aan te brengen in strekking 2. Er vindt dus een verloop plaats in het dwarsprofiel van strekking 2. Naarmate de bodem dieper ligt, zal de 300-1.000 kg filterlaag en de kern van quarry run toegepast kunnen worden in strekking 2.

Tabel 7.1 Samenvatting per strekking van de grote strekdam

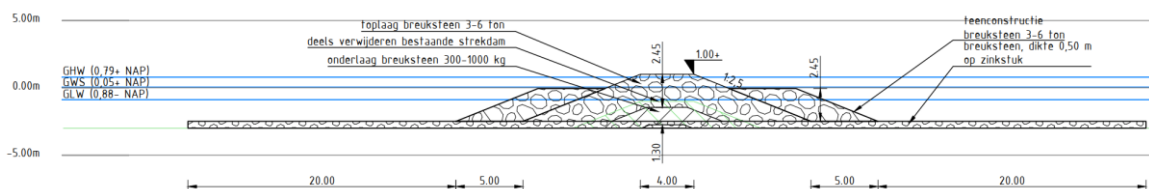
Kenmerk	Eenheid	Strekking 1	Strekking 2	Strekking 3
lengte	[m]	150	150	500
kruinhoogte	[m + NAP]	3,0	1,0	-0,88
kruinbreedte	[m]	4,0	4,0	4,0
bodemligging	[m + NAP]	van duinvoet tot -1,5	verloop van -1,5 naar -4,0	verloop van -4,0 naar -7,0
taludhelling		1:2	1:2,5	1:2,5
toplaag		Broeksteen 10-60 kg gepenetreerd met asfalt	3-6T	3-6T
laagdikte toplaag	[m]	0,50	2,45	2,45
onderlaag		n.v.t.	300-1.000 kg	300-1.000 kg
laagdikte onderlaag	[m]	n.v.t.	1,3	1,3
kern		variabel, uitvulling granulair materiaal op bestaande strekdam	granulair materiaal afdekken met 0,50 m 10-60 kg breuksteen	granulair materiaal afdekken met 0,50 m 10-60 kg breuksteen

Kenmerk	Eenheid	Strekking 1	Strekking 2	Strekking 3
teenconstructie		60-300 kg	3-6T	3-6T
laagdikte teenconstructie	[m]	0,85	2,45	2,45
lengte teenconstructie	[m]	5,0	5,0	5,0
opbouw bodembescherming		n.v.t.	breuksteen 0,5 m op zinkstuk	breuksteen 0,5 m op zinkstuk
lengte bodembescherming	[m]	n.v.t.	20	50

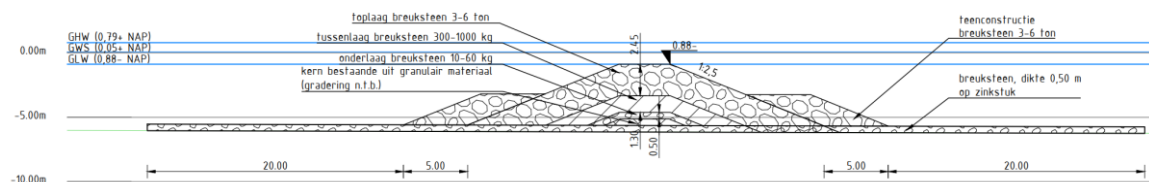
Afbeelding 7.1 Grote strekdam, strekking 1



Afbeelding 7.2 Grote strekdam, strekking 2



Afbeelding 7.3 Grote strekdam, strekking 3



## 2. Landwaarts verlengen van de strandhoofden nabij de strandlagen

Vier bestaande strandhoofden worden verhoogd en verbreed met als doel om de erosie van het strand in de directe omgeving te beperken. Hiervoor worden de strandhoofden landwaarts verlengd tot de duinvoet. De kruin wordt verhoogd tot NAP+3,0 m zodat de kruinhoogte 0,5 m hoger is dan het gewenste strandprofiel. Deze hoogte wordt toegepast in het gebied tussen de duinvoet en de gemiddelde laagwaterlijn (NAP -0,88 m). Op de bestaande strandhoofden wordt een laag quarry run aangebracht. Deze wordt afgedekt met een geotextiel waarop een 10-60 kg breuksteen gepenetreerde toplaag wordt aangebracht.

In tabel 7.2 zijn de kenmerken van de versterking per strandhoofd samengevat.

Tabel 7.2 Samenvatting per versterking van bestaande strekdam

Kenmerk	Eenheid	Per bestaande strekdam
lengte	[m]	circa 150
kruinhoogte	[m NAP]	3,0
kruinbreedte	[m]	4,0
bodemligging	[m NAP]	van duinvoet tot -0,88
taludhelling		1:2
toplaag		Breuksteen 10-60 kg gepenetreerd met asfalt
laagdikte toplaag	[m]	0,50
kern		variabel, uitvulling granulair materiaal op bestaande strekdam
teenconstructie		60-300 kg
laagdikte teenconstructie	[m]	0,85
lengte teenconstructie	[m]	5,0

### 3. Voortzetten van het huidige suppletieonderhoud

Evenals in Variant 1 wordt in deze variant het huidige beleid omtrent het handhaven van de BKL voortgezet en wordt er suppletieonderhoud gepleegd om de MKL zeewaarts van de BKL te houden. Wel is daar naar verwachting minder zand voor nodig, omdat de strekdam bijdraagt aan het handhaven van de positie van de kustlijn.

#### *Hoeveelheden materiaal*

In onderstaande tabel zijn de hoeveelheden gepresenteerd per type materiaal. Dit betreft de totale som benodigd voor de constructie van de grote strekdam én het ophogen van de bestaande strekdammen. Voor het bepalen van de tonnen is uitgegaan van een porositeit van 38 % en een soortelijk gewicht van 2.650 kg/m<sup>3</sup>.

Tabel 7.3 Benodigde volumes / oppervlaktes per materiaalsoort

Materiaal	Volume / tonnen	Oppervlak
	[m <sup>3</sup> ] / [T]	[m <sup>2</sup> ]
breuksteen 3-6T	86.700 / 142.500	
breuksteen 300-1.000 kg	18.500 / 30.400	
breuksteen 60-300 kg	6.800 / 11.200	
breuksteen 10-60 kg	5.600 / 9.200	
breuksteen 10-60 kg t.b.v. penetratie	7.400 / 12.200	
asfaltmastiek t.b.v. penetratie breuksteen	2.900 / -----	
granulair materiaal kern	29.700 / 48.800	
breuksteen op zinkstuk	11.500 / 18.900	
zinkstuk		23.000

In strekking 2 wordt de bestaande strekdam verwijderd om de constructie op te kunnen bouwen uit 3-6T losgestort breuksteen. Onderstaande tabel toont het te verwijderen volume.

Tabel 7.4 Te verwijderen volume

Materiaal	Volume
	[m <sup>3</sup> ]
te verwijderen volume	5.000



Afbeelding 7.4 Schetsontwerp Variant 5: Aanleg van een grote strekdam



# 8

## VARIANT 6: INGREPEN IN HET NOORDEN, WILDERNIS IN HET ZUIDEN

In de variant 'Ingrepen in het noorden, wildernis in het zuiden' worden maatregelen uit de eerdere varianten gecombineerd, met als doel om de wisselwerking tussen verschillende maatregelen te kunnen onderzoeken.

### 8.1 Beschrijving van de variant

De volgende maatregelen zijn opgenomen in deze variant (afbeelding 8.2):

- 1 Aanleggen van kerven en de zeereep aftoppen in het gebied ten noorden van RSP1000;
- 2 Megasuppletie: grootschalige strandverbreding ten noorden van RSP1070;
- 3 Wildernisgebied ten zuiden van RSP1000;
- 4 Hoornderslag noordwaarts verplaatsen.

Deze maatregelen worden in onderstaande paragrafen nader toegelicht.

#### 1. Aanleggen van kerven en de zeereep aftoppen in het gebied ten noorden van RSP1000

Ten noorden van RSP1000 worden in totaal *6 kerven* aangebracht in de zeereep. Deze kerven hebben ter hoogte van de duinvoet een breedte van 50 m. Op de kruin is de breedte ook 50 m en deze neemt geleidelijk af tot 25 m aan de achterzijde van de kruin. De oriëntatie van de kerven is in langsricting van westzuidwest naar oostnoordoost. Tabel 8.1 toont een overzicht van de karakteristieken van de kerven in deze variant. De locaties zijn gebaseerd op dezelfde afwegingen als gepresenteerd in variant 3. De locaties van de kerven en de prioritering is nader beschreven in paragraaf 5.1. In variant 6 is ervoor gekozen in fase 1 en fase 2 eenzelfde aantal kerven en aftoplocaties te ontgraven. Omdat het totaal aantal maatregelen in variant 6 kleiner is, wordt dit gedaan om ervoor te zorgen dat monitoring wel degelijk leidt tot genoeg observaties om optimalisaties te kunnen aanbrengen in de tweede fase.

Tabel 8.1 Overzicht kerven variant 6

Kerven	Eerste aanleg	Totaalontwerp
aantal locaties	3	6
breedte kustlangs	50 m	50 m
te ontgraven oppervlakte	8650 m <sup>2</sup>	17.300 m <sup>2</sup>
te ontgraven volume	15.000 m <sup>3</sup>	30.000 m <sup>3</sup>

Om te voorkomen dat de kerven dichtgroeien en daardoor hun functie in het stimuleren van zandtransport naar het duingebied verliezen, wordt het strand en de duinvoet in het gedeelte ten noorden van RSP1000 actief beheert. Embryonale duinen die in dit gebied zeewaarts van de kerven vormen worden actief (circa iedere 3 jaar) verwijderd.

Naast de kerven wordt ook op twee locaties de zeereep afgetopt. Hierbij wordt de bovenste meter van de zeereep verwijderd zodat het zand kan verstuiwen. De breedte kustlangs van deze aftoplocaties is eenmaal 30 m en voor de andere locatie 100 m.

Het aftoppen gebeurt in twee fases; in de eerste fase wordt één locatie met een breedte van 100 m afgetopt, in de tweede fase wordt op een andere locatie een breedte van 30 m kustlangs afgetopt. Tabel 8.2 toont een overzicht van aftoppen in deze variant.

Tabel 8.2 Overzicht aftoppen variant 6

Kerven	Eerste aanleg	Totaalontwerp
aantal locaties	1	2
breedte kustlangs	1x 100 m	1x 100 m, 1x 30 m
te ontgraven oppervlakte	3.850 m <sup>2</sup>	5.000 m <sup>2</sup>
te ontgraven volume	5.400 m <sup>3</sup>	7.000 m <sup>3</sup>

## 2. Megasuppletie: grootschalige strandverbreding ten noorden van RSP1070

Ten noorden van RSP1070 wordt een suppletie aangelegd. Het droge strand wordt daardoor direct na aanleg met ongeveer 200 m verbreed. In de tijd tot de volgende suppletie wordt uitgevoerd erodeert het strand tot ongeveer de huidige positie. De verbreding wordt aangelegd met een basis hoogte van NAP +2,5 m. De suppletie sluit met een helling van 1:30 aan op de gemiddelde hoogwaterlijn. Het aangelegde strandprofiel wordt actief beheerd met als doel om verstuiwing te bevorderen en embryonale duinvorming te voorkomen. Het totale zandvolume dat gesuppleerd wordt bedraagt 2,5 miljoen m<sup>3</sup>.

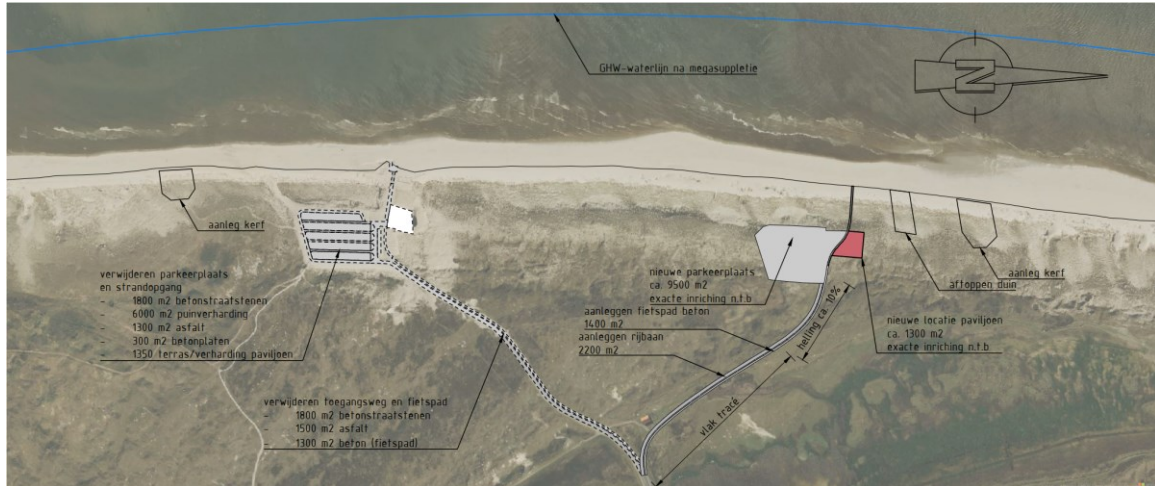
## 3. Wildernisgebied ten zuiden van RSP1000

Ten zuiden van RSP1000 wordt de BKL niet langer gehandhaafd ('losgelaten') en ontstaat een wildernisgebied. De wijze waarop de kustlijn zich tot 2100 zal ontwikkelen in deze variant wordt verder uitgewerkt in de effectbeoordeling als onderdeel van de beoordeling op de thema's water en natuur. In afbeelding 8.2 wordt een eerste indicatie gegeven van hoe de kustlijn zich in deze variant kan ontwikkelen. De informatie die gebruikt is voor deze inschatting wordt beschreven in paragraaf 4.1. Het handhaven van de BKL ten noorden van RSP1000 beperkt de terugtrekking van de kustlijn binnen het in deze variant gedefinieerde wildernisgebied.

## 4. Hoornderslag noordwaarts verplaatsen

In deze variant wordt het Hoornderslag noordwaarts verplaatst. Dat betekent dat ook wegen en nutsvoorzieningen moeten worden verplaatst. Een schetsmatige overzichtstekening is weergegeven in afbeelding 8.1. Daardoor komt het te liggen in een gebied dat van nature minder erosief is dan het gebied waar het Hoornderslag momenteel ligt, waardoor de strandbreedte op de nieuwe locatie minder snel afneemt. Het wildernisgebied kan op deze manier worden aangelegd waar de kusterosie (en onderhoudsinspanning) in de afgelopen decennia het grootst is geweest.

Afbeelding 8.1 Verplaatsen Hoorderslag (Detail in afbeelding 8.2)



Op de huidige locatie van het Hoorderslag worden enkele voorzieningen verwijderd. De betreffende onderdelen en oppervlaktes zijn weergegeven in tabel 8.3.

Tabel 8.3 Te verwijderen voorzieningen en bijbehorende oppervlaktes huidige Hoorderslag

Voorziening	Onderdeel	Oppervlakte
parkeerplaats en strandopgang	betonstraatstenen	1.800 m <sup>2</sup>
	puinverharding	6.000 m <sup>2</sup>
	asfalt	1.300 m <sup>2</sup>
	betonplaten	300 m <sup>2</sup>
	terras/verharding paviljoen	1.350 m <sup>2</sup>
toegangsweg en fietspad	betonstraatstenen	1.800 m <sup>2</sup>
	asfalt	1.500 m <sup>2</sup>
	beton (fietspad)	1.300 m <sup>2</sup>

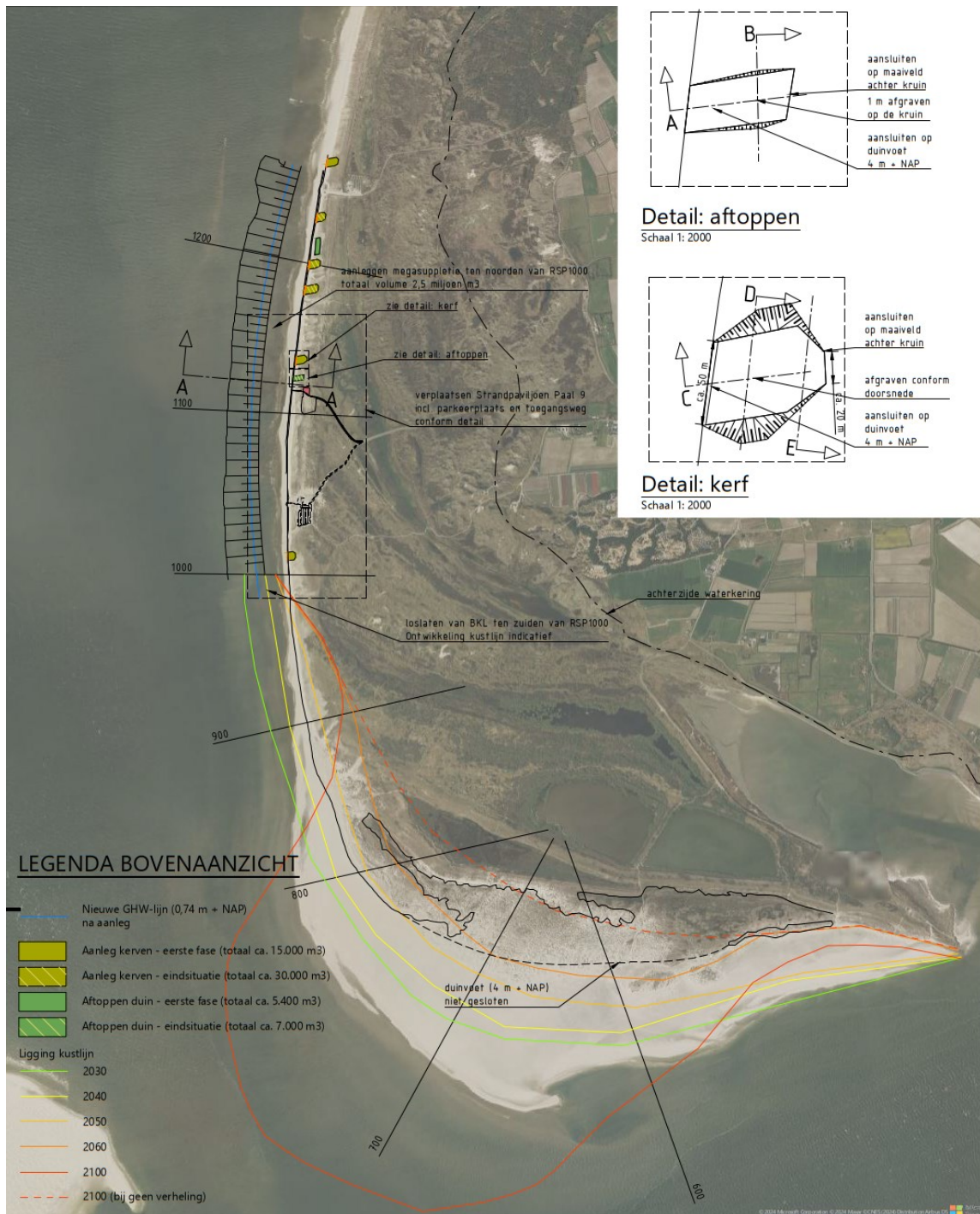
Op de nieuwe locatie van het Hoorderslag dienen voorzieningen te worden toegevoegd. De betreffende onderdelen en oppervlaktes zijn weergegeven in tabel 8.4. De omvang van het nieuwe paviljoen en de nieuwe parkeerplaats zijn daarbij gebaseerd op de huidige omvang.

Tabel 8.4 Nieuw aan te leggen voorzieningen voor verplaatsing Hoorderslag

Voorziening	Oppervlakte
fietspad (beton)	1.400 m <sup>2</sup>
rijbaan	2.200 m <sup>2</sup>
paviljoen	1.300 m <sup>2</sup>
parkeerplaats	9.500 m <sup>2</sup>



Abbeelding 8.2 Schetsontwerp Variant 6: Een combinatie van meerdere kerven (Variant 3), een mega-suppletie (Variant 4) en wildernisgebied (Variant 2) Let op: de morfologische verwachting kent een hoge mate van onzekerheid



# 9

## REFERENTIES

- 1 de Jager, C. en W. J. Kikkert, Van het Clijf tot Den Hoorn de geschiedenis van het zuiden van Texel, van de oudste tijden tot de verwoesting van Den Hoorn en het ontstaan van Den Hoorn. Nauta Boek, 1998;
- 2 Programma naar een Rijke Waddenzee, Handleiding Dynamisering Zeereep versie 1.0, redactie: Albert Oost, Bas Arens en Sonja van der Graaf, december 2022.
- 3 Witteveen+Bos, Variantenstudie kustdynamiek Texel Zuidwest: probleem- en systeemanalyse, referentie: 136907/23-020.824, december 2024.
- 4 Bilius, M., F. Sierdsma, G. Vriens, J. Koopman, B. van den Brink, A.J. Rossenaar & J. Meijer (2016). Natura 2000-beheerplan Texel. Provincie Noord-Holland, Haarlem. Dienst Landelijk Gebied, Staatsbosbeheer; in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.
- 5 Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 'Basiskustlijn 2012', WD0812LV021, 2012.
- 6 Elias E., De morfologische ontwikkeling van de Noordelijke Uitlopers van de Noorderhaaks, Deltares rapport 11206794-004-ZKS-0006, 17 december 2021.
- 7 Deltares 2022, Verkenning probleemlocaties kust, Morfologische karakterisering en verwachte suppletie-inspanning komende 50 jaar voor 4 probleemlocaties., E. Elias en E. Quataert.
- 8 RHDHV (2023). Verkenning probleemlocaties onderhoud Nederlandse kust. Alternatieve beheer- en onderhoudsstrategieën voor Vlieland Havenstrand, Texel Zuidwest, Dishoek en Nieuwvliet-Groede, Referentie: BI7089-RHD-ZZ-XX-RP-Z-0001, April 2023.
- 9 Deltares (2013). Kenmerkende waarden Kustwateren en Grote Rivieren. Versie 4. kenmerk 1207509-000-ZKS-0010. Status: definitief. Datum: 6 november 2013.
- 10 Tauw (2021). Borgingsdocument Natuur Strandsuppletie Texel-Zuidwest, Referentie: R003-1267308AIH-V04-DEF, Januari 2021.



Bijlage(n)

## BIJLAGE: NIET-OPGENOMEN MAATREGELEN

Tijdens de ontwerpessies zijn er diverse maatregelen besproken die uiteindelijk geen onderdeel zijn geworden van één of meer varianten. In onderstaande paragrafen zijn deze maatregelen per variant opgesomd.

### I.1 Variant 1: Nulsituatie met een paar kleine aanpassingen

#### 1. Landwaarts verplaatsen van de BKL ten zuiden van RSP 1000

Tijdens de ontwerpessie is geconcludeerd dat verlegging van de BKL niet kan worden gezien als een 'kleine aanpassing'. De maatregel BKL-verplaatsen wordt daarom opgenomen in Variant 2: Wildernisgebied en Variant 6: Ingrenen in het noorden, wildernis in het zuiden.

#### 2. Combineren van onderhoud aan strandlagen met beheren van (nieuwe) stuifplaatsen

Het duingebied rondom de strandlagen is door de aanwezige infrastructuur het lastigst te dynamiseren. Tegelijk geldt dat er jaarlijks veel zand verstuift door en in de strandovergangen. Dit zand wordt doorgaans actief verwijderd. Mogelijk kan het zand dat hierbij vrijkomt gericht gebruikt worden voor het beheren van het strandprofiel of worden toegevoegd aan het grensprofiel aan de achterzijde van de waterkering. Deze relatief eenvoudige maatregel heeft slechts lokaal effect en is in alle alternatieven toe te passen. Daardoor leidt dit niet tot een onderscheidend effect tussen de varianten.

#### 3. Verhogen van de strandhoofden in de bebouwde zones van het strand

Noord van RSP 890 wordt de erosie van het strand beperkt door strandhoofden. Ingeschat wordt dat de strandhoofden de hoeveelheid zand die jaarlijks van het strand verdwijnt met 50 % beperken. De verwachting is dat de effectiviteit van de strandhoofden als gevolg van zeespiegelstijging afneemt. Het verlengen en verhogen van (een deel van) de strandhoofden wordt ingeschat als een omvangrijke ingreep en daarom niet opgenomen als kleine aanpassing binnen Variant 1. Deze maatregel wordt onderzocht als onderdeel van Variant 5: Aanleg van een grote strekdam.

### I.2 Variant 2: Wildernisgebied zonder beheer

Niet van toepassing.

### I.3 Variant 3: Aanleggen van meerdere kerven

#### 1. Ingrenen in de zeereep of het achterliggende duingebied ten zuiden van RSP900

Het gebied ten zuiden van RSP900 wordt beschouwd als een zeer dynamisch gebied waar natuurlijke processen grotendeels onverstoord plaats kunnen vinden. In deze variant worden geen ingrenen gedaan in dit deel van het projectgebied. Dat betekent dat er geen aanpassingen worden gedaan ten opzichte van het huidige beheer van dat gebied. Consequentie is ook dat de embryonale duinen die recent zijn gevormd zeewaarts van de natuurlijke kerven ten zuiden van RSP900 niet worden verwijderd (en de dynamiek in deze kerven op termijn weer afneemt).

## 2. Een rollende zeereep

Door veel kerven aan te leggen met een zeer kleine onderlinge afstand kan een rollende zeereep vormen. Dat wordt binnen dit projectgebied als onwenselijk geacht, omdat een rollende zeereep op termijn de omvang van het achterliggende natuurgebied verkleint. Dat gebied kenmerkt zich door veel bijzondere natuurwaarden en wordt bij voorkeur gehandhaafd.

### I.4 Variant 4: Variant Megasuppletie

#### 1. Aanleg van een zandmotor als lokale uitstulping tussen RSP1050 en RSP1150

In studies die door Deltares [ref. 6] en [ref. 7] en RHDHV [ref. 8] zijn uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat is een zandmotor waarbij een soortgelijk volume als in deze variant (3,5 miljoen m<sup>3</sup>) wordt aangebracht langs een kleiner deel van het strand als kansrijk geïdentificeerd (evenals een megasuppletie in de vorm zoals opgenomen in [ref. 10]). Deze zandmotor steekt veel verder uit in zee. Tijdens de ontwerpessie is gekozen om een kustlangs lange en kustdwars smalle megasuppletie op te nemen in Variant 4, en niet te kiezen voor een kustlangs smalle megasuppletie die ver in zee uitsteekt. De redenen zijn dat (1) verwacht wordt dat de verder in zee stekende geometrie nadelige gevolgen heeft op het grondwaterpeil in het achterliggende duingebied; (2) deze geometrie minder effectief is in het op korte termijn handhaven van de BKL rond RSP900 en (3) het lokaal heel brede strand negatieve effecten heeft op het medegebruik.

#### 2. Plaatsen van megasuppleties ten zuiden van RSP900

Suppleties ten zuiden van RSP900 dragen nauwelijks bij aan het handhaven van de BKL, omdat het netto sedimenttransport in dit gebied zuidwaarts gericht is, en in het zuidelijk deel van het kustgebied geen BKL is vastgelegd. Ook wordt het gebied ten zuiden van RSP900 beschouwd als een zeer dynamisch gebied waar natuurlijke processen grotendeels onverstoord plaats kunnen vinden. Daarom wordt ingrijpen in dit gebied door het uitvoeren van suppleties als niet wenselijk beschouwd.

#### 3. Het Hoornderslag naar het noorden verplaatsen

In de ontwerpessie is bij de variant megasuppleties ook de optie besproken om het Hoornderslag, inclusief alle infrastructuur en bebouwing, noordwaarts te verplaatsen. Geconcludeerd is dat het niet voor de hand ligt deze maatregel op te nemen in Variant 4, omdat er door de nu gekozen geometrie van de megasuppletie geen voordelen worden gezien voor een dergelijke (ingrijpende) verplaatsing. De verplaatsing is wel opgenomen in Variant 6.

### I.5 Variant 5: Aanleg van een grote strekdam

Niet van toepassing.

### I.6 Variant 6: Ingripen in het noorden, wildernis in het zuiden

Niet van toepassing.



## BIJLAGE: MAATREGELEN OM DE ZEEREEP TE DYNAMISEREN

De Handleiding Dynamisering Zeereep versie 1.0 (december 2022) beschrijft verschillende maatregelen waarmee de zeereep en een achterliggend duingebied gedynamiseerd kunnen worden.

In dat rapport wordt gesteld dat dynamiseren van de zeereep het overstuiven van zand naar het achterliggende duingebied bevordert. Dit overstuiven wordt *overpoederen* genoemd. De mate waarmee overpoedering optreedt is niet precies bekend.

*‘Bij verstuiving vanuit de zeereep wordt een groot deel van het zand via de lucht verder verspreid en komt als een dunne laag kalkrijk zand over het gebied tot afzetting (het zogeheten overpoederen). Bij zeer zware stormen kan zand ver het achterland in getransporteerd worden. Over het algemeen kan een zone van circa een kilometer worden aangehouden, maar bekend is dat het veel verder kan gaan, zeker als er geen belangrijke hindernissen zoals bomen of bebouwing in de weg liggen. Het is niet in te schatten hoe groot het volume is van het zand dat op grotere afstand terecht komt. Het oppervlak dat bediend wordt kan een tiental hectares omvatten, maar omdat de gemiddelde bedekking met zand veel minder dan 1mm bedraagt is het totale volume beperkt. Vergeleken met de hoeveelheid zand die direct om een kerf wordt afgezet zal dit verwaarloosbaar zijn’.*

Het dynamiseren van de zeereep middels aftoppen, stuifkuilen, kerven, rollende zeereep leidt dus tot overpoedering van het achterliggende gebied tot op een afstand van ongeveer 1 km achter de zeereep. De breedte van het gebied waar zand neerslaat wordt bepaald door de breedte van de maatregel. De mate van overpoedering per breedte eenheid wordt voor deze maatregelen als gelijk verondersteld.

Naast overpoederen leidt een flinke verstuiving in de zeereep ook tot meer substantiële overstuiving en daarmee een depositie van zand in de zone direct achter de verstuiving (tot enkele tientallen meters). Waar deze depositie plaatsvindt verdwijnt eventuele vegetatie onder een laag zand met een dikte van centimeters tot decimeters en moet de vegetatieontwikkeling opnieuw beginnen. Dit leidt dus tot een volledige ‘reset’ van bodem en vegetatie. Alleen een eventuele helmbegroeiing is bestand tegen een dergelijke zanddepositie en ‘groeit mee’ met de overstuiving tot een tempo van ruim 1 m/jaar.

De volgende maatregelen zijn mogelijk relevant voor de Variantenstudie kustdynamiek Texel zuidwest.

### Aftoppen van de zeereep

*Aftoppen van de zeereep* is de meest kleinschalige maatregel die in een zeereep genomen kan worden waarmee een relatief groot gebied door overpoedering van vers zand wordt voorzien. Het kan gerealiseerd worden door de bovenkant van een zeereep naar achteren te schuiven, waardoor een kale plek ontstaat waarvandaan zand kan verstuiven. De maatregel is het meest effectief bij een hoge en steile zeereep, doordat de wind over een dergelijke zeereep het meest versneld wordt. Als het hard waait dan wordt zand vanaf de duintop door turbulentie tot hoog in de lucht opgenomen en verspreidt daardoor over een groot gebied. Deze depositie leidt niet tot veranderingen in de bodemvormen, daarvoor is de depositie te klein, maar de depositie met (kalkrijk) zand is ecologisch wel relevant en heeft een verjongend effect op de duinnatuur [ref. 2].

De kale plek die ontstaat door het aftoppen van de zeereep kan door winderosie uitgroeien tot een stuifkuil en op termijn verder ontwikkelen tot kerf. Mede afhankelijk van de diepte waarop de wortels van het helm zich bevinden kan de kale plek ook weer dichtgroeien. Hier kan rekening mee worden gehouden door nabeheer toe te passen, of door een groot gebied af te toppen waardoor vanzelf natuurlijke variatie ontstaat [ref. 2].

#### Aanleg van stuifkuilen en stuifplekken

Een stuifkuil is een duidelijk geïsoleerde, schotelvormige winderosievorm die kan uitstuiven tot op het grondwater. De typische doorsnede van een stuifkuil is 10 m tot 80 m. Door *stuifkuilen en -plekken* aan te leggen in de zeereep kan enig zand doorstuiven naar de direct achter de zeereep liggende duinen, die daardoor aangroeien, zie afbeelding II.1. De stuivende zeereep is een kenmerk van een goede structuur en functie van habitattypen Witte duinen [ref. 2]. Daarnaast leidt een stuifkuil, net als het aftoppen van de zeereep, tot overpoeding van het duingebied met kalkrijker zand.

Afbeelding II.1 Stuifkuil ten zuiden van Jan Ayeslag (gele cirkel). Binnen de gele cirkel is de zeereep in hoogte toegenomen. In het gebied achter de stuifkuil (gestreepte cirkel) is tot op een grotere afstand kaal (verstoven) zand zichtbaar dan in het gebied ten noorden van de stuifkuil. Het effect van de stuifkuil middels overpoeding reikt verder dan de gestreepte cirkel



Stuifkuilen in de zeereep kunnen worden toegepast in combinatie met *verstuivingen in duinen die achter de zeereep liggen*. Verstuivingen vanuit de zeereep dragen namelijk bij aan het in stand houden van de dynamiek van stuifkuilen in het binnenduingebied. Door stuifkuilen en stuifplekken te combineren tot een keten van verstuivingen neemt de afstand waarover verstuiving plaatsvindt toe en daarmee reiken de ruimtelijke effecten van overstuiving/overpoeding verder landwaarts.

Stuifkuilen in de zeereep kunnen uitgroeien tot kerven. Die kans is groter bij een (licht) eroderende kustlijn.



### Aanleg van kerven

Een kerf is een windrosievorm in de zeereep die een opening heeft naar het strand. Anders dan een stuifkuil 'doorsnijdt' een kerf de zeereep. Daardoor is een kerf een doorgeefluik van zand van het strand naar het gebied achter de zeereep, dat daardoor langzaam hoger wordt. Direct achter een kerf kan een nieuw hoog duin vormen (afbeelding II.2). Het doorstuivende zand verstikt oudere duinbegroeiingen, die vervolgens plaats maken voor pionierssoorten. De minimale breedte van een kerf aan de zeezijde is ongeveer 30 m. Voor de kerven in Nederland die spontaan zijn ontstaan geldt dat deze alleen tekenen van stabilisatie zijn gaan vertonen nadat voor de kerf op grote schaal embryonale duinen gevormd zijn. De embryonale duinen sluiten de ingang van de kerf af waardoor deze verandert in een stuifkuil, of dichtgroeit.

Afbeelding II.2 Natuurlijke kerf in het projectgebied op zuidwest Texel, gelegen rond RSP900 (blauwe ovaal). Ten zuiden van de kerf ligt een natuurlijke stuifkuil (gele cirkel). Door de embryonale duinvorming zeewaarts van de beide bodemvormen is het aannemelijk dat de dynamiek af gaat nemen



Bij de aanleg van een kerf moet met de volgende aspecten rekening gehouden worden [ref. 2]:

- oriëntatie: de kerfopeningen moeten zo liggen dat de wind er goed doorheen kan blazen. Een oriëntatie west-zuidwest is op Texel ideaal;
- vorm in bovenaanzicht: Een trapeziumvorm of trechtervorm waarbij de kerf in bovenaanzicht breed is aan de strandkant en smal aan de bovenkant (richting de top van de zeereep) stimuleert het trechteren van de wind;
- breedte: in de basis geldt dat een grotere kerf meer zand door laat dan een kleinere. De minimale breedte bij de ingang is 30 m. Mogelijk dat heel brede kerven de versnelling van wind beperken en daardoor minder doorstuiving kennen;
- verbinding met het strand: een geleidelijke oplopende helling vanaf het strand naar de duintop is wenselijk. Een belangrijk aspect is op veel plaatsen de hoogte (diepte ten opzichte van het oorspronkelijke profiel) tot waarop een kerf mag uitstuiwen. Het moet duidelijk zijn waar de minimale hoogte bereikt mag worden;



- zandaanbod: het is de bedoeling dat een kerf een doorgeefluik voor zand vormt; de plek waar zand vanaf het strand door kan stuiven naar binnen toe. Er moet daarom wel zand beschikbaar zijn. Het zandaanbod op het strand wordt sterk beïnvloed door suppleties, maar op de Waddeneilanden en in de Delta bijvoorbeeld ook door het aanlanden van zandplaten. Er is een subtiel evenwicht nodig, dat nog niet goed begrepen is. Wanneer ontstaan er embryonale duinen, die de ontwikkeling van de kerf in de weg zitten? Wanneer stuift dit zand juist in grote hoeveelheden door de kerf heen? Daar weten we nog maar weinig van;
- achterliggende infrastructuur en verwijderden wortels: levende en dode wortels van de vegetatie kunnen verstuiwing sterk hinderen. Idealiter zoek je locaties waar de doorworteling beperkt is. Behalve wortels kunnen uitgestoven puin en munitieresten voor een belemmering zorgen.

Natuurlijke kerven ontstaan meestal uit stuifkuilen in de zeereep. Aangelegde kerven kunnen zowel gemaakt worden door de gehele kerf uit te graven als door stuifkuilen aan te leggen en rest van de erosie door natuurlijke processen te laten plaatsvinden. Een relatief simpele manier van kerfaanleg is het zand ter plekke van de beoogde kerf naar achteren te schuiven (zie aftoppen).

### Rollende zeereep

Het aanleggen van een serie van (grotere kerven) kan een hele zeereep in beweging brengen. Als de zeereep in zijn geheel in beweging komt is er sprake van een *rollende zeereep*. In principe kan een rollende zeereep worden aangelegd door een groot aantal forse kerven dicht op elkaar aan te brengen. In het verleden (rond 1990) werd deze maatregel ook toegepast om de zeereep 'gecontroleerd' naar achteren te laten bewegen als de voorzijde te steil werd en/of het strand te smal. Dit is toegepast net ten zuiden van Den Helder (Nieuwjaar, 1995) en op Terschelling. Op Terschelling heeft de rollende zeereep geleid tot een accumulatie van zand in het duingebied, wel heeft de ingreep in eerste instantie ook geleid tot onrust over de hoogwaterveiligheid bij inwoners [ref. 2].

Tijdens de ontwerpessie op 12 januari 2024 is besloten om deze maatregel niet toe te passen in het project, omdat een rollende zeereep in het projectgebied een te negatieve impact heeft op de achterliggende natuurwaarden.

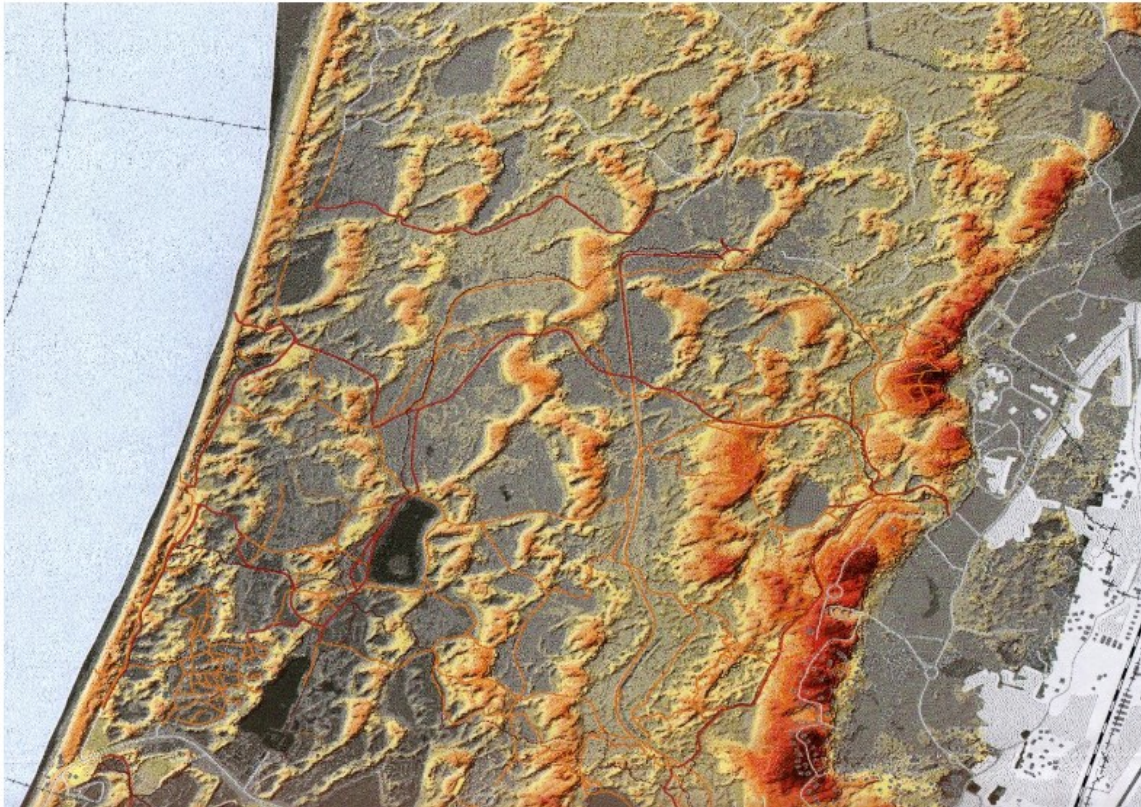
Afbeelding II.3 Rollende zeereep Terschelling, Paal 15-20 blik naar het oosten (Fotoarchief Rijkswaterstaat). Bron [ref. 2]



### Paraboliserende zeereep of paraboolduinen

Paraboolduinen zijn mobiele duinen die vanuit de zeereep 'landinwaarts' wandelen. Deze duinvormen ontstaan op natuurlijke wijze vanuit afslagsituaties. In een paraboliserende zeereep heeft de wind vrij spel en ontstaan diepe kuilen en kerven. Dit kan leiden tot het vormen van (een of meerdere) *paraboolduinen* die dan langzaam landinwaarts bewegen. Voor het realiseren van een 'aangelegde' paraboolduin moet een (redelijk grote) kerf worden aangelegd en vervolgens lang worden gewacht. Naar schatting kost het minimaal 25 jaar voordat een paraboolduin vormt uit een kerf. Ook is het op voorhand niet goed te voorspellen of een kerf ontwikkelt tot een paraboolduin. Daarom moeten voor het realiseren van paraboolduinen verschillende grote kerven aangelegd worden. De tijd zal leren vervolgens leren of de kerven uitgroeien tot paraboolduinen [ref. 2].

Afbeelding II.4 Paraboolduinen in Zuid-Kennemerland, zichtbaar gemaakt met het AHN. De paraboolduinen worden van west naar oost steeds groter. Bron [ref. 2]





## BIJLAGE: ONTWERPNOTITIE AANLEG STREKDAM

## NOTITIE

---

Onderwerp Schetsontwerp grote strekdam nabij RSP1000  
Project Variantenstudie kustdynamiek Texel Zuidwest  
Opdrachtgever Provincie Noord-Holland  
Projectcode 136907  
Status Concept 01  
Datum 11 juni 2024  
Referentie 136907/24-008.507  
Auteur(s) Ir. L.M.A. Jordans

Gecontroleerd door Ir. A. van den Berg  
Goedgekeurd door N.C. van der Zijden MSc  
Paraaf



Bijlage(n) -

Aan  
Kopie

---

## 1 INLEIDING

### 1.1 Introductie

In de Variantenstudie kustdynamiek Texel Zuidwest wordt onderzocht of het met dynamisch kustbeheer mogelijk is om de hoogwaterveiligheid duurzaam te waarborgen en de natuurkwaliteit te verbeteren. Hiervoor worden 6 varianten beschouwd. Eén van de varianten is het aanleggen van een grote strekdam ter hoogte van RSP990 in combinatie met het verhogen van de naastliggende strekdammen. De grote strekdam en de verhoging zijn uitgewerkt in deze notitie.

### 1.2 Beschrijving van variant

In de variant 'Aanleg van een grote strekdam' wordt een grote strekdam (zoals de Eierlandse dam) aangelegd in het projectgebied met als doel om het strand vast te houden of uit te laten bouwen op het gebied waar de meeste erosie optreedt (tussen Jarkusraai 900 en Jarkus raai 1100). Deze strekdam steekt ongeveer tweemaal zover in zee, gemeten vanaf de duinvoet, als de andere strandhoofden die aanwezig zijn in het projectgebied. De andere strekdammen steken ongeveer 300 m in zee vanaf de duinvoet.

## 1.3 Doel

Deze notitie heeft twee doelen. 1) Het eerste doel van deze notitie is het onderbouwen van het schetsontwerp van de grote strekdam en om volumes te bepalen. 2) Aanvullend is de benodigde hoogte van vier omliggende strekdammen beschouwd.

## 1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de uitgangspunten voor het ontwerp gedefinieerd. In dit hoofdstuk zijn de constructieve en hydraulische uitgangspunten benoemd. Daarnaast is een omschrijving van de huidige situatie gepresenteerd. In hoofdstuk 3 is het ontwerp voor de grote strekdam en het verhogen van de bestaande strekdammen onderbouwd. Aan dit hoofdstuk zijn ook representatieve dwarsprofielen toegevoegd en de hoeveelheden. In hoofdstuk 4 zijn de gebruikte referenties benoemd.

# 2 UITGANGSPUNTEN

## 2.1 Constructieve uitgangspunten

Voor het ontwerp van de nieuwe constructie zijn de volgende constructieve uitgangspunten gehanteerd:

- voor de constructie wordt een levensduur tot 2100 gehanteerd;
- voor de hydraulische randvoorwaarden wordt voor het ontwerp van de constructie een terugkeertijd van 100 jaar gehanteerd:
  - om ook lagere waterstanden en golfcondities te beschouwen wordt ook een terugkeertijd van 10 jaar beschouwd. Dit dient als extra gevoeligheidscheck om te controleren of lagere waterstanden mogelijk maatgevend zijn;
- als bekleding wordt een (gepenetreerde) breuksteen bekleding toegepast;
- de bodem is voldoende draagkrachtig;
- breuksteen sorteringen zijn gebaseerd op de standaard sorteringen conform NEN-EN 13383;
- breuksteen heeft een soortelijk gewicht van 2650 kg/m<sup>3</sup>;
- breuksteen heeft een open ruimte van 38 %;
- zeewater heeft een soortelijk gewicht van 1.025 kg/m<sup>3</sup>;
- van der Meer toegestane schade (S-waarde) aan toplaag overeenkomend met tabel 6.4 van Handreiking dijkbekledingen deel 4 Breuksteen bekledingen;
- permeabiliteit (P) van 0,4 voor een quarry run kern en onderlaag;
- voor de methode van Vidal zijn de fitting coëfficiënten voor de 'totale sectie' gehanteerd, conform paragraaf 5.2.2.4 van de Rock Manual.

## 2.2 Hydraulische randvoorwaarden

### 2.2.1 Zeespiegelstijging

Voor zeespiegelstijging is rekening gehouden met de bovengrens voor het hoge uitstootscenario's van het KNMI'23 scenario. Een zeespiegelstijging van 1,24 m voor zichtjaar 2100 is als uitgangspunt gehanteerd (bovengrens).

Op basis van het KNMI'23 rapport bedraagt de zeespiegelstijging in de periode 2006-2018 3,7 mm/jaar.

## 2.2.2 Getij

De kenmerkende waarden voor Texel volgen uit het rapport Kenmerkende waarden kustwateren en grote rivieren ref.[6]. Dit document komt uit 2011. De gemiddelde waterstanden die hieruit volgt is gecorrigeerd voor zeespiegelstijging. De correctie voor 2024 bedraagt 5 cm (13 jaar x 3,7 mm) en voor 2100 bedraagt deze 129 cm (5 cm + 124 cm), zie paragraaf 2.2.1. De gecorrigeerde waterstanden zijn gepresenteerd in tabel 2.2.

Tabel 2.1 Kenmerkende waarden Noordzeekust Texel Noordzee ref.[6]

	Slotgemiddelden		
Getijtype cq grootheid	HW-stand	LW-stand	tijverschil
gemiddelde tij	0,74 m	-0,93 m	1,67 m
LAT			-1,43 m

Tabel 2.2 Gemiddelde waterstanden per zichtjaar

Zichtjaar	Gemiddelde waterstand [mNAP]
2024	+0,05
2100	+1,29

## 2.2.3 Waterstanden

De waterstanden zijn afgeleid met behulp van Riskeer 23.1.1.1 en de database WBI\_2017\_5-1\_5-2\_v02 voor zichtjaar 2024. Dit resulteert in de volgende waterstanden per terugkeertijd voor het uitvoerpunt Texel\_6\_1000, zie tabel 2.3. De locatie van het uitvoerpunt is te zien in afbeelding 2.1.

Tabel 2.3 Waterstanden en terugkeertijden zichtjaar 2024

Terugkeertijd [jaar]	Waterstand [mNAP]
10	2,61
100	3,37

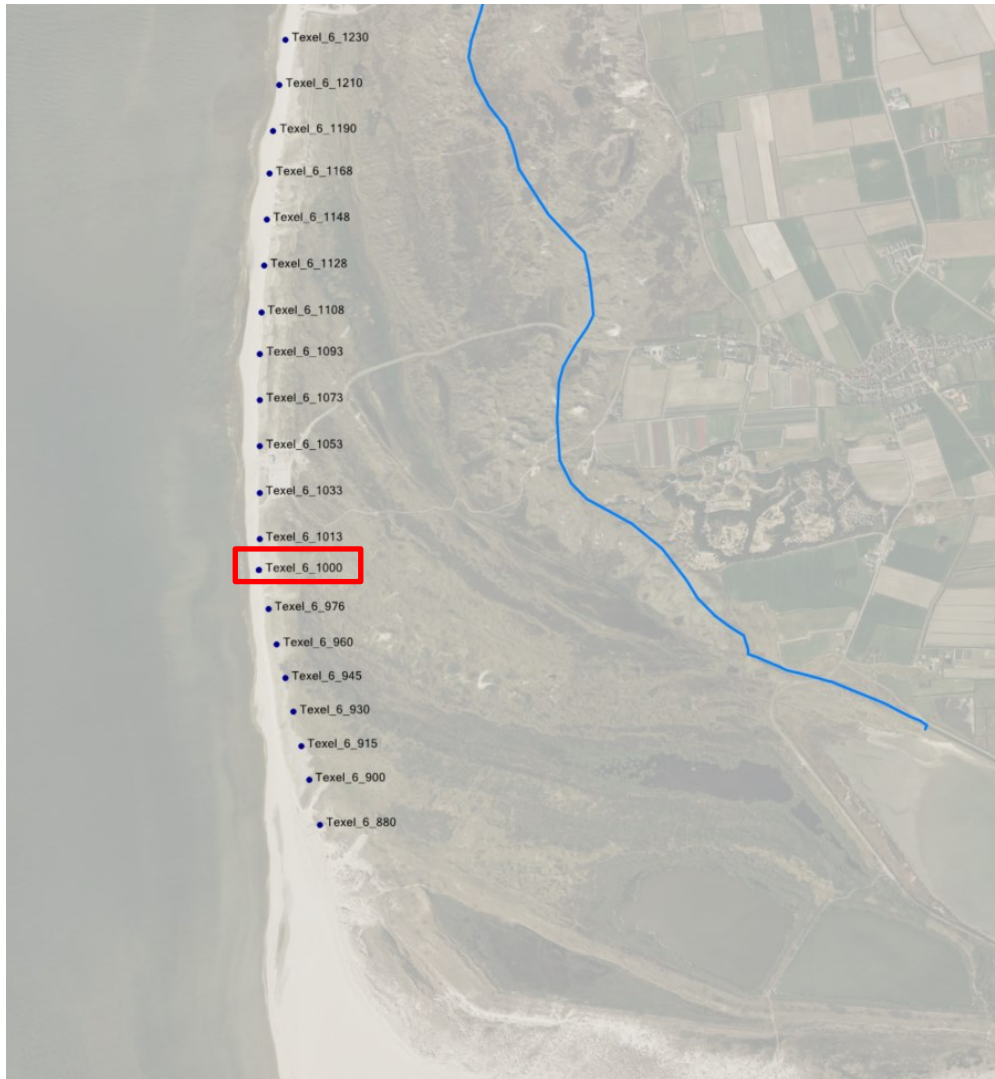
Voor zichtjaar 2100 zijn de ontwerpwaterstanden bepaald door de 124 cm zeespiegelstijging genoemd in paragraaf 2.2.1 op te tellen bij de waterstanden uit tabel 2.3.

Tabel 2.4 Waterstanden en terugkeertijden zichtjaar 2100 (inclusief 124 cm zeespiegelstijging)

Terugkeertijd [jaar]	Waterstand [mNAP]
10	3,85
100	4,61



Afbeelding 2.1 Locatie uitvoerpunt waterstand en golfcondities in rood kader



## 2.2.4 Golfcondities

De golfhoogtes zijn afgeleid met behulp van Riskeer 23.1.1.1 en de database WBI\_2017\_5-1\_5-2\_v02 voor het uitvoerpunt Texel\_6\_1000 voor zichtjaar 2024. De golfhoogte in Riskeer is afgeleid op diep water (NAP-20,0 m diepte contour). De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd om tot ontwerpcondities te komen bij de strekdam:

- de golfhoogte bij de strekdam is diepte-gelimiteerd, waarbij de significante golfhoogte gelijk is aan 0,6 maal de waterdiepte;
- de maximale golfhoogte en waterstand treden gelijktijdig op;
- voor het ontwerp zijn mogelijk lagere waterstanden en golfcondities maatgevend, daarom is ook een kleinere terugkeertijd (10 jaar) beschouwd dan de ontwerp terugkeertijd (100 jaar);
- de golfpiekperiode is bepaald op basis van een constante golfsteilheid van 4,5 %. Typische golfsteilheden in dit gebied liggen tussen de 4 - 5 %. De golfpiekperiode blijft vrijwel constant vanaf diep water naar ondieper water. De golfpiekperiode bedraagt ongeveer 11 seconden op diep water bij een significante golfhoogte van 8,4 m;
- voor zichtjaar 2100 zijn de golfcondities bepaald bij de ontwerpwaterstand inclusief zeespiegelstijging voor de terugkeertijden van 10 jaar en 100 jaar. Op basis van de waterdiepte en het uitgangspunt dat de golven diepte-gelimiteerd zijn is de significante golfhoogte bepaald voor zichtjaar 2100.

Bovenstaande uitgangspunten resulteren in de volgende ontwerpcondities voor een terugkeertijd van 10 en 100 jaar, zie tabel 2.5 en tabel 2.6.

Tabel 2.5 Hydraulische randvoorwaarden zichtjaar 2024

Waterstand	Terugkeertijd	Bodemligging NAP-1,5 m	Bodemligging NAP-4,0 m	Bodemligging NAP-7,0 m	Diep water NAP-20,0 m
		Hs	Hs	Hs	Hs
[mNAP]	[jaar]	[m]	[m]	[m]	[m]
2,61	10	2,5	4,0	5,8	6,9
3,37	100	2,9	4,4	6,2	8,4

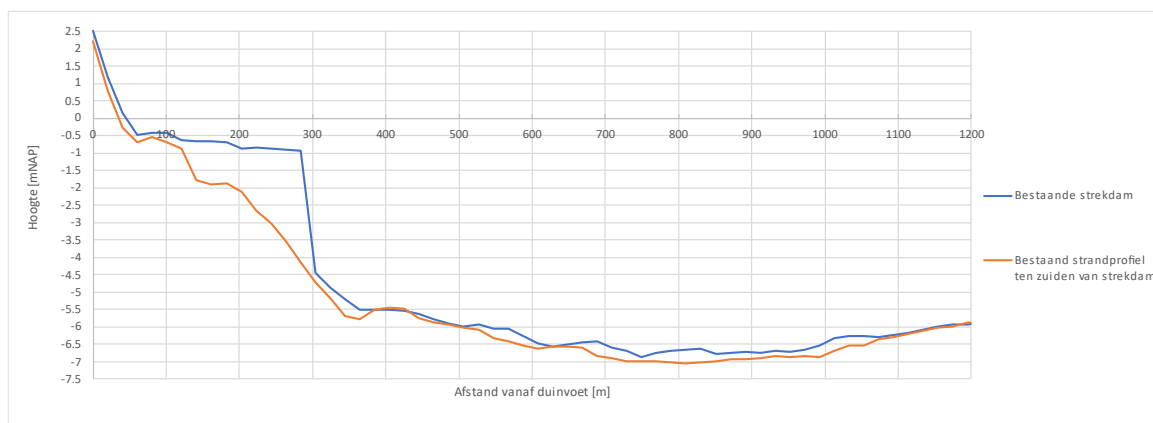
Tabel 2.6 Hydraulische randvoorwaarden zichtjaar 2100 (inclusief zeespiegelstijging van 1,24 m)

Waterstand (incl. 1,24 m zss)	Terugkeertijd	Bodemligging NAP -1,5 m	Bodemligging NAP -4,0 m	Bodemligging NAP -7,0 m	Diep water NAP -20,0 m
		Hs	Hs	Hs	Hs
[mNAP]	[jaar]	[m]	[m]	[m]	[m]
3,85	10	3,2	4,7	6,5	-
4,61	100	3,7	5,2	7,0	-

### 2.3 Strandprofiel en bestaande strekdam ter plaatse van grote strekdam

Het huidige strandprofiel ten zuiden van de bestaande strekdam en het profiel ter plaatse van de bestaande strekdam is gepresenteerd in afbeelding 2.2. De duinvoet ligt op NAP +4,0 m.

Afbeelding 2.2 Profielen bestaande strekdam en strand



#### Huidige situatie strekdammen

De bestaande strekdammen hebben een bekleding van gepenetreerd breuksteen. De bovenzijde van de bestaande strekdammen ligt op NAP -0,5 m aan landwaartse zijde en verloopt naar NAP -1,0 m over een afstand van circa 150 a 200 m. Zie afbeelding 2.2 voor een langspanprofiel over een van de bestaande strekdammen. Het beginpunt (landwaartse zijde, de wortel) van de bestaande strekdammen is onbekend.

### 3 ONDERBOUWING DIMENSIES SCHETSONTWERP

In dit hoofdstuk is de onderbouwing gegeven voor de dimensies van het schetsontwerp. Het schetsontwerp is gebaseerd op twee referentieprojecten en op basis van richtlijnen en literatuur. De referentie projecten betreffen de Eierlandse dam (gelegen aan de noordzijde van Texel) en een schetsontwerp gemaakt door Royal HaskoningDHV op nagenoeg dezelfde locatie. In Bijlage II is een korte beschrijving gegeven van de twee referentieprojecten. In dit hoofdstuk is de onderbouwing gepresenteerd voor de volgende aspecten van de strekdam:

- locatie;
- lengte en oriëntatie;
- kruinhoogte;
- bekleding.

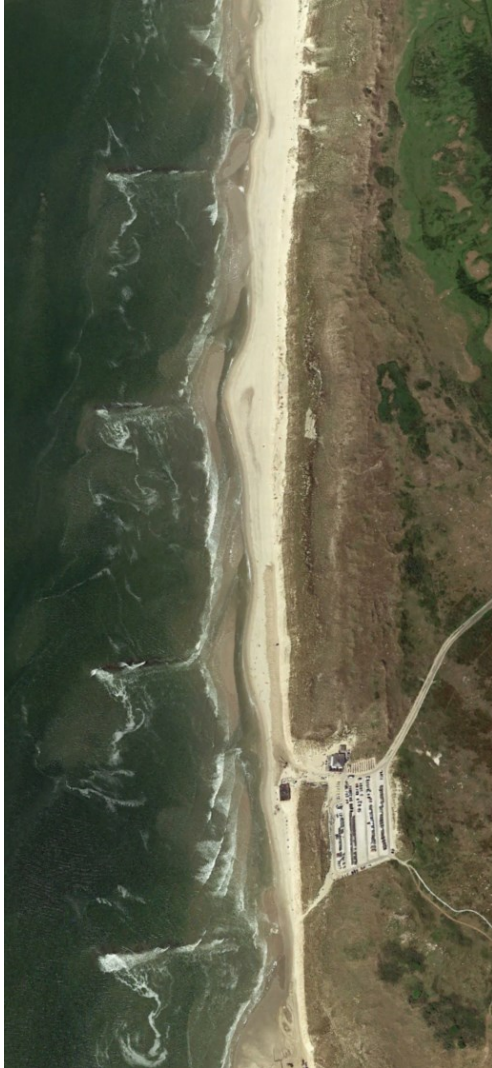
Het ontwerp is onderbouwd op basis van twee referentieprojecten (Eierlandse dam Noord Texel en schetsontwerp strekdam Royal HaskoningDHV, zie Bijlage II) en het rapport Principles of Sediment engineering ref.[10]. Voor ieder aspect is toegelicht of deze is onderbouwd op basis van een referentieproject of op basis van Principles of Sediment engineering.

#### 3.1 Schetsontwerp grote strekdam

##### 3.1.1 Locatie

De nieuwe strekdam wordt aangebracht op Jarkusraai 990. De nieuwe strekdam is zo geïmponeerd dat deze centraal ligt ten opzichte van de locatie waar de grootste erosie optreedt, zie afbeelding 3.2. De strekdam wordt in het midden van het gebied aangebracht waar het meeste erosie optreedt(jarkusraai 900 tot jarkus raai 1100), omdat op basis van de bestaande strekdammen in het gebied aan beide zijden van de grote strekdam aanzanding verwacht wordt, zie afbeelding 3.1. Ook bij de Eierlandse dam in het noorden van Texel treedt aan beide zijden aanzanding op.

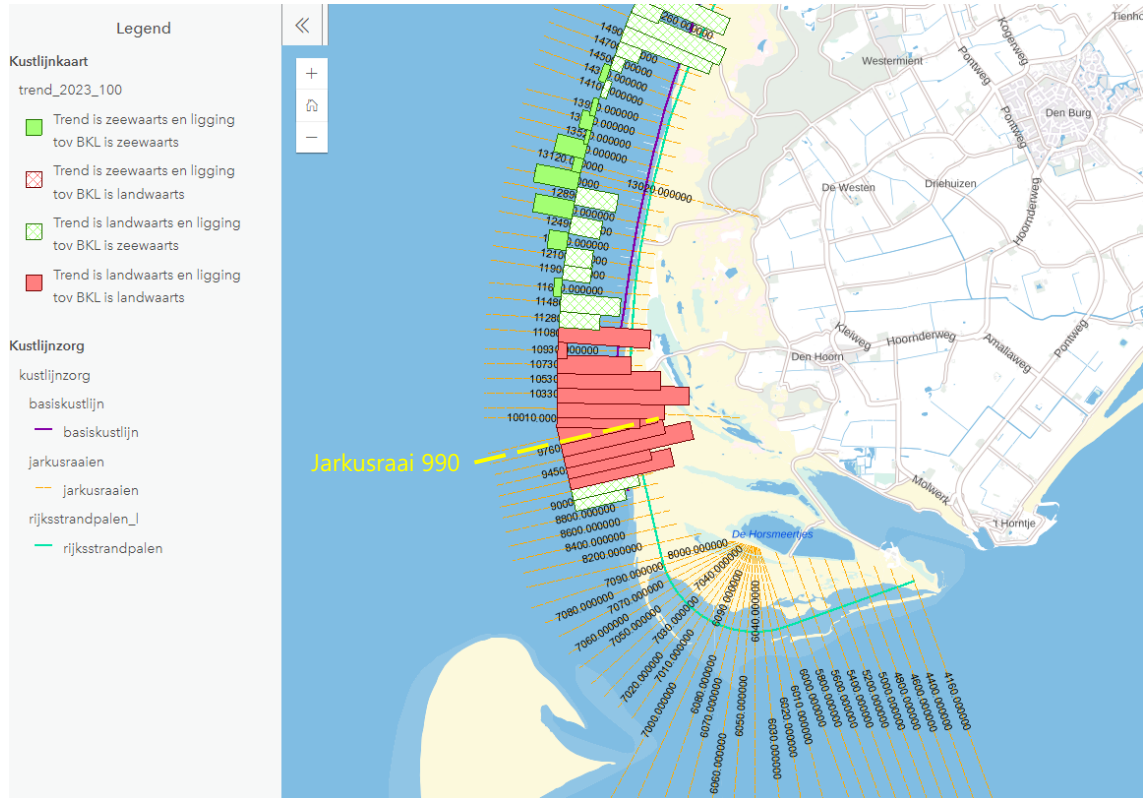
Afbeelding 3.1 Aanzanding bestaande strekdammen



Op raai 990 is al een kleinere strekdam aanwezig. Door de nieuwe constructie boven op een bestaande constructie aan te brengen is minder materiaal benodigd.

Door het aanleggen van deze constructie wordt een vergelijkbaar aanzandingspatroon beoogd als bij de Eierlandse dam. Naar verwachting ontstaat aan de noordzijde aanzanding, doordat het kustlangs sediment transport wordt onderbroken. Aan de zuidzijde wordt een luwte effect verwacht voor het gesuppleerd materiaal. Deze luwte zal kleiner zijn dan bij de Eierlandse dam. In de overheersende transportrichting wordt op grotere afstand erosie verwacht.

Afbeelding 3.2 Ontwikkeling kustlijn ten opzichte van Basiskustlijn ref.[7]



### 3.1.2 Lengte en oriëntatie

Het ontwerp van de Eierlandse dam resulteert in het effect dat wordt beoogd voor de grote strekdam. Aan beide zijden van de Eierlandse dam treedt aanzanding op. De Eierlandse dam heeft een lengte van circa 800 m en beïnvloedt de kust over een gebied van ruwweg 1.400 - 1.600 m, zie afbeelding 3.3. Op basis hiervan wordt het invloedsgebied van de strekdam gelijkgesteld aan 2x de lengte.

In deze paragraaf wordt de lengte van de grote strekdam onderbouwd op basis van de lengte van de Eierlandse dam. De lengte van de grote strekdam is vervolgens vergeleken met de richtlijnen uit het rapport Principles of Sediment Engineering ref.[10].



Afbeelding 3.3 Beïnvloedingsgebied aanzanding Eierlandse dam



#### Referentie Eierlandse dam

De grote strekdam dient zandvangend te zijn. De lengte en oriëntatie van de grote strekdam zijn gebaseerd op de Eierlandse dam. Aan de Eierlandse dam zijn de volgende functionele eisen ten aanzien van de lengte gesteld om te zorgen dat deze zandvangend is, zie ref.[3]:

- de dam ligt op km 30,5 en heeft een lengte van 550 m gerekend vanaf de huidige LW-lijn (NAP-1,0m in 1996), en 800 m vanaf de duinvoet. De oriëntatie van de dam is globaal gezien loodrecht op de kust.

#### Onderbouwing ontwerp

Een langere strekdam heeft een groter zandvangend vermogen. Dit betekent dat bovenstaande functionele eis van de Eierlandse dam in twee delen gesplitst kan worden, namelijk een minimale lengte op gemiddeld Laag Water en een minimale lengte vanaf de duinvoet. Aan beide lengtes moet tenminste voldaan worden om een vergelijkbaar zandvangend vermogen te realiseren.

Wanneer bovengenoemde functionele eisen worden toegepast op de grote strekdam betekent dit het volgende:

- het gemiddeld Laag Water in 2024 is maatgevend. Deze ligt lager dan in 2074 en zorgt dus voor een langere minimaal benodigde lengte. In zichtjaar 2024 ligt gemiddeld Laag Water op NAP+0,05 m (gemiddelde waterstand) -0,93 m (laag water bij gem. tij) = NAP-0,88m. De lengte op NAP-0,88 m moet tenminste gelijk zijn aan 550 m;
- de lengte vanaf de duinvoet tot aan de kop dient tenminste 800 m te zijn.

#### Ontwerp grote strekdam

Wanneer aan beide lengtes van de Eierlandse dam voldaan moet worden betekent dit dat de grote strekdam een lengte heeft van tenminste 800 m vanaf de duinvoet. De lengte vanaf het niveau van gemiddeld Laag Water tot het eind van de strekdam bedraagt dan circa 680 m.



### Vergelijk ontwerp met richtlijnen van Principles of sediment engineering

In Principles of sediment engineering ref.[10] wordt de toepassing van lange strekdammen tot een diepte van NAP -6 m genoemd. De strekdammen hebben een lengte van 1 tot 3 maal de typische lengte van strekdam. Voor Nederland varieert de typische lengte tussen 100 tot 200 m. De ruimte tussen de strekdammen is gelijk aan 2 tot 4 maal de lengte van de strekdam. Op basis hiervan wordt verondersteld dat het effect van de strekdammen gelijk is aan tenminste 2 maal de lengte van de strekdam.

De huidige strekdammen hebben een lengte van circa 300 m. Een lengte van 800 m voor de grote strekdam is dus tussen de 2 en 3 maal de lengte van een typische strekdam in het gebied. Ook het verwachte beïnvloedingsgebied van 2 maal de lengte van de strekdam komt overeen met ref.[10] welke een waarde van 2 tot 4 maal de lengte van de strekdam noemt.

### 3.1.3 Kruinhoogte

De kruinhoogte voor de grote strekdam is onderbouwd op basis van richtlijnen in paragraaf 8.3 van het rapport Principles of sediment engineering ref.[10].

De hieruit volgende kruinhoogte is vervolgens vergeleken met de functionele eisen van de Eierlandse dam. De functionele eisen voor de Eierlandse dam kunnen namelijk niet één op één toegepast worden voor de grote strekdam, omdat de grote strekdam zwaarder wordt belast in verband met de diepere ligging. Het ontwerp voor de Eierlandse dam is daarom niet van toepassing op de grote strekdam.

#### Richtlijnen kruinhoogte conform Principles of sediment engineering

In paragraaf 8.3 van Principles of sediment engineering, worden verschillende vuistregels genoemd voor de hoogte van strekdammen, zie onderstaande opsomming:

- 1 in paragraaf 8.3.1. wordt voor het zeewaartse uiteinde van de strekdam een hoogte genoemd welke net beneden laag water ligt;
- 2 in paragraaf 8.3.3. wordt een kruinhoogte genoemd bij het landwaartse uiteinde van de strekdam welke net lager moet liggen dan het strandprofiel van de duinvoet;
- 3 in paragraaf 8.3.3. wordt een kruinhoogte genoemd voor het zeewaartse uiteinde van de strekdam welke hoger moet liggen (0,5 m) dan het gemiddeld laag water;
- 4 daarnaast staat in paragraaf 8.3.3 dat de kruinhoogte 1 m hoger moet liggen dan het zeebed;
- 5 in paragraaf 8.3.3. staat dat transport van zand over de strekdam is toegestaan;
- 6 in paragraaf 8.3.3 staat dat de kruinhoogte aan de landwaartse zijde van de strekdam 0,5 m boven het zomerprofiel van het strand moet liggen.

#### Ontwerp grote strekdam

Op basis van bovenstaande richtlijnen uit Principles of sediment engineering ref.[10] en de stabiliteitsanalyse, zie paragraaf 3.1.4, wordt de strekdam opgedeeld in drie secties.

- 1 vanaf de duinvoet tot aan het bed niveau dat overeenkomt met NAP -1,5 m wordt een kruinhoogte van NAP +3,0 m toegepast. Deze strekking voldoet aan punt 2, punt 4 en punt 6 uit bovenstaande opsomming;
- 2 vanaf het bed niveau op NAP -1,5 m tot aan een bed niveau van NAP -4,0 m heeft de strekdam een kruinhoogte van NAP +1,0 m. Dit komt overeen met punt 5 uit bovenstaande opsomming;
- 3 het grootste deel van de strekdam, circa 500 m, ligt tussen NAP -4,0 m en NAP -7,0 m. Omdat punt 1 en punt 3 strijdig zijn met elkaar, is gekozen om de kruinhoogte van de strekdam op dit deel aan te leggen op NAP -0,88 m. De kruinhoogte komt in 2024 overeen met gemiddeld laag water. In 2100 zal de kruinhoogte dan 1,24 m beneden laag water liggen, zie punt 1.

### Vergelijk ontwerp met referentie Eierlandse dam

Aan de Eierlandse dam zijn de volgende functionele eisen ten aanzien van hoogte gesteld om te zorgen dat deze zandvangend is, zie ref.[3]:

- de dam dient het zandtransport met minstens 90 % te verminderen ten opzichte van de situatie zonder dam. Hiertoe dient de dam minimaal boven gemiddeld laagwater te liggen;
- de dam moet overal minimaal 0,5 m boven de nieuwe te vormen strandvlakte uitsteken;
- de dam sluit aan op de huidige duinvoetverdediging op een niveau van NAP + 2,0 m;

Wanneer bovenstaande functionele eisen worden toegepast op de grote strekdam resulteert dit in de volgende kruinhoogtes:

- De dam dient minimaal boven gemiddeld laagwater te liggen. Voor zichtjaar 2100 is deze hoogte NAP+1,29 m -0,93 m = NAP+0,36 m;
- De dam moet overal minimaal 0,5 m boven de nieuwe te vormen strandvlakte uit steken. Voor het strand is als uitgangspunt een hoogte van 0,5 m boven gemiddeld hoogwater gehanteerd. Zichtjaar 2100 is maatgevend voor de benodigde kruinhoogte van de strekdam. De kruin van de strekdam moet dan tenminste op NAP +3,03 m liggen;
- De dam dient aan te sluiten op de huidige duinvoetverdediging. De huidige duinvoetverdediging ligt op NAP +4,0 m.

Aan bovengenoemde functionele eisen voor de Eierlandse dam kan niet over de gehele grote strekdam worden voldaan in verband met de stabiliteit van de bekleding. De minimale kruinhoogte van de grote strekdam is namelijk lager dan op basis van de functionele eisen van de Eierlandse strekdam. Ook kan maar over een beperkte strekking de kruinhoogte van NAP +3,03 m gehaald worden. De lagere kruinhoogte is benodigd in verband met de stabiliteit van de bekleding. De waterdieptes bij de grote strekdam zijn groter dan bij de Eierlandse dam, dit veroorzaakt de hogere hydraulische belastingen. Een vergelijk op basis van alleen de functionele eisen is daarom niet passend.

Wanneer de kruinhoogtes in combinatie met de bodemdiepte van de grote strekdam wordt vergeleken met de Eierlandse dam, tonen de kruinhoogtes bij dezelfde waterdieptes een vergelijkbare kruinhoogte, zie tabel 3.1. De kruinhoogtes van de Eierlandse dam zijn gebaseerd op de dwarsprofielen in bijlage II.

Tabel 3.1 Vergelijk kruinhoogte o.b.v. bodemdiepte Eierlandse dam en grote strekdam

Bodemdiepte	Kruinhoogte Eierlandse dam	Kruinhoogte grote strekdam
NAP+0,0 m tot NAP-1,5 m	NAP+2,0 m	NAP+3,03 m
NAP-1,5 m tot NAP-4,0 m	NAP+1,3 m	NAP+1,0 m
NAP-4,0 m tot NAP-4,5 m	NAP+0,5 m	NAP-0,88 m
NAP-4,5 m tot NAP-7,0 m	n.v.t.	NAP-0,88 m

Op basis van het kruinhoogte vergelijk met de Eierlandse dam wordt verwacht dat met het ontwerp van de grote strekdam gebaseerd op Principles of sediment engineering de kruinhoogte voldoende hoogte heeft om zand te vangen en erosie tegen te gaan.

### 3.1.4 Bekleding grote strekdam

De bekleding van de strekdam bestaat uit drie delen:

- opbouw van toplaag en filterlagen;
- een teenconstructie;
- een bodembescherming.

In deze paragraaf is de bekleding van de grote strekdam ontworpen op basis van de Rock Manual ref.[4], Handreiking dijkbekledingen deel 3 Asphalt ref.[8] en het referentie ontwerp van de Eierlandse dam.

### Stabiliteit bekleding en opbouw

De stabiliteit van 3-6T breuksteen is aangetoond in bijlage I van deze notitie. De stabiliteit is bepaald voor zichtjaar 2024 en 2100 bij drie verschillende bodemdieptes voor twee situaties:

- de kruin van de strekdam ligt lager dan de ontwerpwaterstand. Hiervoor is de methode van Vidal gehanteerd, zie paragraaf 5.2.2.4 uit de Rock Manual;
- wanneer de kruin van de strekdam hoger ligt dan de ontwerpwaterstand wordt de methode van Van der Meer gebruikt om de stabiliteit van losgestort breuksteen bepalen. Deze situatie treedt niet op tijdens ontwerpcondities, maar berekeningen zijn uitgevoerd om gevoel te krijgen bij de stabiliteit van het breuksteen.

Aan de 10-60 kg breuksteen gepenetreerd is niet gerekend. Deze wordt stabiel geacht, omdat het enkel een verhoging van de bestaande strekdam betreft. Daarnaast wordt in paragraaf 4.4.4. van Handreiking dijkbekledingen Deel 3 - asphalt gesteld dat breuksteen gepenetreerd ruim voldoende sterkte heeft als dijkbekleding voor de omstandigheden langs de Nederlandse kust. Deze bekleding kan dus toegepast worden voor het ondiepe deel van de strekdam.

Voor de opbouw van het losgestorte breuksteen is uitgegaan van een onderlaag onder de toplaag. Hiervoor wordt een vuistregel gehanteerd waarbij het mediane gewicht van het breuksteen van de onderlaag tussen 1/10 en 1/15 is van het mediane gewicht van de toplaag.

Voor de laagdiktes van de toplaag en de filterlaag wordt een dikte van  $2D_{n50}$  gehanteerd. Dit resulteert in de volgende opbouw en laagdiktes voor beide toplagen, zie Tabel 3-2

Tabel 3-2 Opbouw bekleding per type toplaag

toplaag	10-60 kg breuksteen gepenetreerd	3-6T
laagdikte toplaag	0,5 m	2,4 m
filterlaag	uitvullen bestaande strekdam	300-1000 kg*
laagdikte filterlaag	variabel	1,3 m*
kern	bestaande strekdam	Quarry run kern afgedekt met 10-60kg breuksteen laag*

\* Over een deel van strekking 2 is de waterdiepte te ondiep om onder de 3-6T een filterlaag en een quarry run kern aan te brengen. Vanaf een bodemniveau van NAP -2,75 m wordt de filterlaag toegepast.

### Tenconstructie

Ten behoeve van dit schetsontwerp is voor de secties met een 3-6T toplaag een teenconstructie aangenomen welke bestaat uit dezelfde sortering als de toplaag van de strekdam. Dit is een conservatief uitgangspunt. Voor de teenconstructie wordt een standaard breedte van 5 m gehanteerd.

Voor het gepenetreerde breuksteen is een teenbestorting aangenomen welke vergelijkbaar is met de Eierlandse dam. Deze bestaat uit een 60-300kg bestorting. Deze heeft ook een standaard breedte van 5 m.

Om uitspoeling van de ondergrond te voorkomen door teenconstructie wordt een filterlaag toegepast. De filterlaag kan bestaan uit een zinkstuk met een granulaire laag, een enkel granulaire materiaal of een combinatie van granulaire materiaal met een geotextiel.

De toplaag van de teenconstructie heeft een laagdikte van  $2D_{n50}$ . Ten behoeve van de filterfunctie wordt:

- een zinkstuk met een granulaire filterlaag aangebracht onder de 60-300 kg breuksteen sortering
- een granulaire laag van 0,8 m onder de 3-6T breuksteen sortering.

Tabel 3-3 Opbouw teenconstructie

toplaag	60-300 kg	3-6T
laagdikte toplaag	0,8 m	2,4 m
filterlaag	zinkstuk met granulaire laag	granulaire laag (mogelijk i.c.m. geotextiel)
laagdikte filterlaag	0,5 m	0,8 m
breedte teenconstructie	5 m	5 m

### Bodembescherming grote strekdam

De locatie en breedte van de bodembescherming zijn gebaseerd op het ontwerp van de Eierlandse strekdam. Aan weerszijden van strekking 2 en 3 wordt voor de teenconstructie een bodembescherming aangebracht met een breedte van 20 m. Deze heeft een laagdikte van 0,5 m breuksteen en wordt aangebracht op een zinkstuk.

## 3.1.5 Samenvatting ontwerp grote strekdam

### Ontwerp opbouw en kruinhoogte grote strekdam

Het ontwerp van de strekdam bestaat uit drie secties:

- 1 vanaf de duinvoet tot aan het bodempeil op NAP -1,5 m wordt als toplaag 10-60 kg breuksteen gepenetreerd toegepast. Deze wordt aangebracht op een geotextiel op een quarry run laag op de bestaande strekdam. De kruin ligt op NAP +3,0 m. De teenconstructie bestaat uit 60-300 kg breuksteen sortering op 0,5 m breuksteen op een zinkstuk. De teenconstructie heeft een breedte van 5 m;
- 2 vanaf het bodempeil tussen NAP -1,5 m en NAP -4 m wordt 3-6T toegepast. 3-6T wordt aangebracht op een 300-1000 kg breuksteen filterlaag op een quarry run kern. De kruin ligt voor deze sectie op NAP +1,0 m. De teenconstructie bestaat uit een 3-6T breuksteen sortering op 0,5 m breuksteen op een zinkstuk. De teenconstructie heeft een breedte van 5 m;
- 3 vanaf NAP -4,0 m bestaat de bekleding uit 3-6T breuksteen op een onderlaag van 300-1.000 kg breuksteen op een kern van quarry run. De kruin ligt hier op NAP- 0,88 m. De kopconstructie heeft eenzelfde bekleding. De teenconstructie bestaat uit een 3-6T breuksteen sortering op 0,5 m breuksteen op een zinkstuk. De teenconstructie heeft een breedte van 5 m.

Langs secties 2 en 3 wordt een bodembescherming aangebracht met een breedte van gemiddeld 20 m bestaande uit een zinkstuk met een granulaire laag van 0,5 m.

## 3.2 Bestaande strekdammen

De bestaande strekdammen worden verhoogd en verbreed zodat het strand weer aangroeit. Voor de bestaande strekdammen geldt net als voor de grote strekdam dat de minimale kruinhoogte 0,5 m hoger ligt dan het gewenste strandprofiel. De kruin dient ook aan te sluiten op de duinvoet.

De bestaande strekdammen worden daarom vanaf de duinvoet tot aan het bed niveau dat overeenkomt met gemiddeld laagwater (NAP-0,88m) verhoogd tot een kruinhoogte van NAP+3,0 m. Op de bestaande strekdam wordt een laag quarry run aangebracht. Deze wordt afgedekt met een geotextiel waarop een 10-60kg breuksteen gepenetreerde toplaag wordt aangebracht.

### 3.3 Opbouw en hoeveelheden

In tabel 3.4 is een samenvatting gegeven van de opbouw van de verschillende secties van de grote strekdam en voor de verhoging van de bestaande strekdammen. In strekking 1 wordt de bestaande strekdam overlaagd. Vanaf strekking 2 dient, indien aanwezig, de bestaande strekdam verwijderd te worden om de constructie aan te kunnen brengen.

Tabel 3.4 Samenvatting per strekking

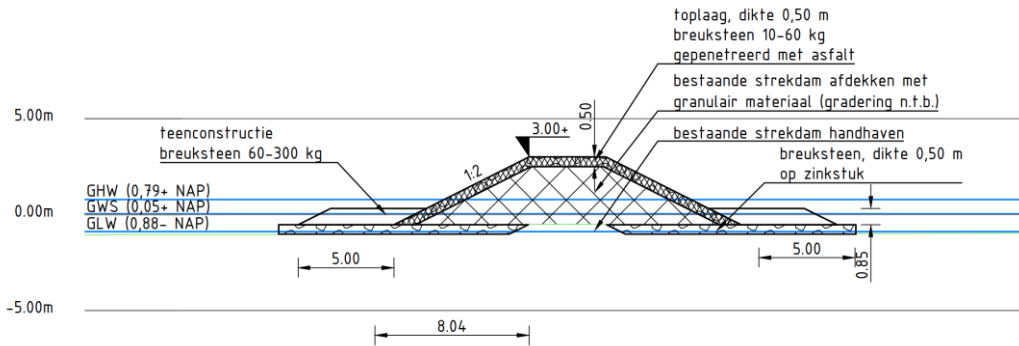
	Eenheid	Grote strekdam			Bestaande strekdam 4x
		Strekking 1	Strekking 2	Strekking 3	Per bestaande strekdam
lengte	[m]	150	150	500	circa 4 x 150
kruinhoogte	[m NAP]	3,0	1,0	-0,88	3,0
kruinbreedte	[m]	4,0	4,0	4,0	4,0
bodemligging	[m NAP]	van duinvoet tot -1,5	verloop van -1,5 naar -4,0	verloop van -4,0 naar -7,0	van duinvoet tot -0,88
taludhelling		1:2	1:2,5	1:2,5	1:2
toplaag		breuksteen 10-60kg gepenetreerd met asfalt	3-6T	3-6T	breuksteen 10-60kg gepenetreerd met asfalt
laagdikte toplaag	[m]	0,50	2,45	2,45	0,50
onderlaag		n.v.t.	300-1.000 kg	300-1.000 kg	n.v.t.
laagdikte onderlaag	[m]	n.v.t.	1,3	1,3	n.v.t.
kern		variabel, uitvulling granulair materiaal op bestaande strekdam	granulair materiaal afdekken met 0,50 m 10-60kg breuksteen	granulair materiaal afdekken met 0,50 m 10-60kg breuksteen	variabel, uitvulling granulair materiaal op bestaande strekdam
teenconstructie		60-300 kg	3-6T	3-6T	60-300 kg
laagdikte teenconstructie	[m]	0,85	2,45	2,45	0,85
lengte teenconstructie	[m]	5,0	5,0	5,0	5,0
opbouw bodembescherming		n.v.t.	breuksteen 0,5 m op zinkstuk	breuksteen 0,5 m op zinkstuk	n.v.t.
lengte bodembescherming	[m]	n.v.t.	20	20	n.v.t.

#### Representatief dwarsprofiel per strekking

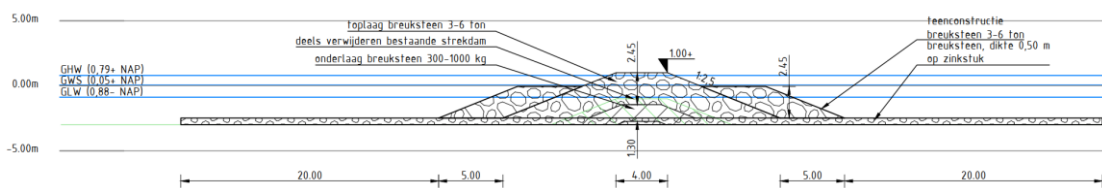
Onderstaande afbeeldingen tonen een representatief dwarsprofiel voor de drie verschillende strekkingen langs de strekdam. In het profiel van strekking 2 zijn geen onderlagen (300-100 kg breuksteen) zichtbaar. Deze onderlagen kunnen pas toegepast worden bij groter waterdieptes. In dit profiel vindt dus een verloop plaats.



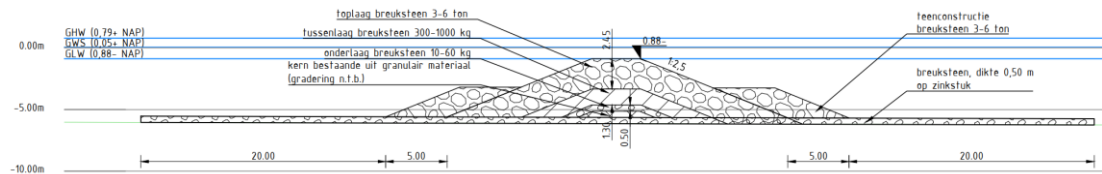
Afbeelding 3.4 Grote strekdam, strekking 1



Afbeelding 3.5 Grote strekdam, strekking 2



Afbeelding 3.6 Grote strekdam, strekking 3



In onderstaande tabel zijn de hoeveelheden gepresenteerd per type materiaal. Dit betreft de totale som benodigd voor de constructie van de grote strekdam én het ophogen van de bestaande strekdammen. Voor het bepalen van de tonnen is uitgegaan van een porositeit van 38 % en een soortelijk gewicht van 2.650 kg/m<sup>3</sup>.

Tabel 3.5 Benodigde volumes / oppervlaktes per materiaalsoort

Materiaal	Volume / tonnen	Oppervlak
	[m <sup>3</sup> ] / [T]	[m <sup>2</sup> ]
breuksteen 3-6T	86.700 / 142.500	
breuksteen 300-1000 kg	18.500 / 30.400	
breuksteen 60-300 kg	6.800 / 11.200	
breuksteen 10-60 kg	5.600 / 9.200	
breuksteen 10-60 kg t.b.v. penetratie	7.400 / 12.200	
asfaltmastiek t.b.v. penetratie breuksteen	2.900 / -----	
granulair materiaal kern	29.700 / 48.800	
breuksteen op zinkstuk	11.500 / 18.900	
zinkstuk		23.000

In strekking 2 wordt de bestaande strekdam verwijderd om de constructie op te kunnen bouwen uit 3-6T losgestort breuksteen. Onderstaande tabel toont het te verwijderen volume.

Tabel 3.6 Te verwijderen volume bestaande strekdam

Materiaal	Volume
	[m <sup>3</sup> ]
te verwijderen volume	5.000

## 4 REFERENTIES

- ref.[1] Royal HaskoningDHV (2023). Verkenning probleemlocaties onderhoud Nederlandse kust. Alternatieve beheer- en onderhoudsstrategieën voor Vlieland Havenstrand, Texel Zuidwest, Dishoek en Nieuwvliet-Groede. BI7089-RHD-ZZ-XX-RP-Z-0001. Status: SO/P01.1. Datum: 11 april 2023
- ref.[2] Rijkswaterstaat (1993), Morfologische en technische haalbaarheidsstudie naar zeewaartse kustverdediging Eierland. Morfologische Werkgroep Eierland. Datum: december 1993.
- ref.[3] Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1996). Project korte dam Eierland. Handleiding beheer en onderhoud. Versie 2.0. Status. Definitief. Datum: 8 januari 1996.
- ref.[4] CIRIA, CUR, CETMEF (2007): The Rock Manual, the use of rock in hydraulic engineering, (inclusief errata);
- ref.[5] KNMI (2023). KNMI'23 Klimaatscenario's voor Nederland. (inclusief erratum - december 2023) Publicatiedatum 9 oktober 2023.
- ref.[6] Deltares (2013). Kenmerkende waarden Kustwateren en Grote Rivieren. Versie 4. kenmerk 1207509-000-ZKS-0010. Status: definitief. Datum: 6 november 2013.
- ref.[7] <https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/bescherming-tegen-het-water/maatregelen-om-overstromingen-te-voorkomen/kustonderhoud>
- ref.[8] RWS (2015). Handreiking dijkbekledingen deel 3 Asphalt. Januari 2015. Status. Definitief.
- ref.[9] RWS (2015). Handreiking dijkbekledingen deel 4 Breuksteen. Januari 2015. Status. Definitief.
- ref.[10] Van Rijn (2005). Principles of sedimentation and erosion engineering in rivers, estuaries and coastal seas. Aqua Publications. ISBN 90-800356-6-1.

## BIJLAGE: STABILITEITS BEREKENINGEN

### Van der Meer

Voor het bepalen van de benodigde breuksteen sortering voor de situatie dat de kruin van de strekdam boven water ligt, is de Van der Meer vergelijking gebruikt, zie onderstaande vergelijkingen.

Voor plunging waves ( $\xi_m < \xi_{cr}$ ):

$$\frac{s}{\Delta D_{n50}} = 8,68 P^{0,18} \frac{H_s}{H_{2\%}} \left( \frac{S_d}{\sqrt{N}} \right)^{0,2} \xi_m^{-0,5}$$

Voor surging waves ( $\xi_m > \xi_{cr}$ ):

$$\frac{s}{\Delta D_{n50}} = 1,4 P^{-0,13} \frac{H_s}{H_{2\%}} \left( \frac{S_d}{\sqrt{N}} \right)^{0,2} \sqrt{\cot\alpha} \xi^P$$

$H_s$	=	significante golfhoogte	[m]
$H_{2\%}$	=	golfhoogte van de 2% hoogste golf	[m]
$\Delta$	=	relatieve dichtheid ( $\rho_s - \rho_w$ ) / $\rho_w$	[-]
$\rho_s$	=	dichtheid steen (2650 kg/m <sup>3</sup> )	[kg/m <sup>3</sup> ]
$\rho_w$	=	dichtheid water (1025 kg/m <sup>3</sup> )	[kg/m <sup>3</sup> ]
$D_{n50}$	=	nominale mediane steendiameter	[m]
$P$	=	fictieve doorlatendheid, zie pag. 568/figuur 5.39 van Rock Manual	[-]
$S_d$	=	schadeniveau	[-]
$N$	=	aantal golven, bepaald op basis van Stormduur (4 uur bij piek van de storm)/ $T_m$	[-]
$\xi_m$	=	Iribarren getal op basis van $T_m$	[-]
$\cot\alpha$	=	taludhelling constructie	[-]

Voor sectie 2 zijn berekeningen uitgevoerd om een gevoel te krijgen voor de benodigde diameters. Opgemerkt dient te worden dat de waterstand hoger staat dan de kruin van de strekdam. Een deel van de golfenergie zal dus over de strekdam lopen. De berekening resulteert dus in te conservatieve resultaten.

De berekeningen tonen dat 3-6T breuksteen stabiel is voor zichtjaar 2024. Voor zichtjaar 2100 bij een terugkeertijd van 100 jaar is de berekende  $D_{n50}$  groter dan de  $D_{n50}$  van 3-6T. De ontwerpwaterstand staat in deze situatie 3,6 m hoger dan de kruin. Waardoor een groot deel van de golfenergie niet de strekdam zal belasten. Dit resultaat is daarom te conservatief, waardoor mag aangenomen worden dat 3-6T breuksteen stabiel is op de 1:2,5 taluds van de strekdam.

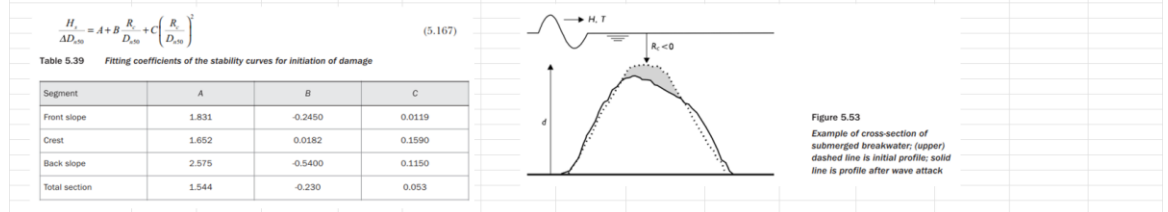
			zichtjaar 2024 sectie 2	zichtjaar 2024 sectie 2	zichtjaar 2100 sectie 2	zichtjaar 2100 sectie 2
Input			RP 1/10	RP 1/100	RP 1/10	RP 1/100
Description	Parameter	Unit				
			3	3.4	3.9	4.6
Gravitational acceleration	g	[m/s <sup>2</sup> ]	9.81	9.81	9.81	9.81
Rock density	$\rho_r$	[kg/m <sup>3</sup> ]	2650	2650	2650	2650
Water density	$\rho_w$	[kg/m <sup>3</sup> ]	1025	1025	1025	1025
water level	SWL	[mNAP]	2.6	3.4	3.9	4.6
bed level	h	[mNAP]	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0
Significant wave height	H <sub>s</sub>	[m]	4.00	4.40	4.70	5.20
Peak wave period	T <sub>p</sub>	[s]	11.00	11.00	11.00	11.00
ratio between T <sub>m</sub> and T <sub>p</sub>	T <sub>m</sub> /T <sub>p</sub>	[-]	0.87	0.87	0.87	0.87
Mean wave period	T <sub>m</sub>	[s]	9.57	9.57	9.57	9.57
Angle of the slope	COT( $\alpha$ )	[-]	2.50	2.50	2.50	2.50
Permeability	P	[-]	0.40	0.40	0.40	0.40
Damage number	S <sub>d</sub>	[-]	6.00	6.00	6.00	6.00
Coëfficient plunging waves	C <sub>pl</sub>	[-]	8.68	8.68	8.68	8.68
Coëfficient surging waves	C <sub>s</sub>	[-]	1.40	1.40	1.40	1.40
Ratio between significant H <sub>2%</sub> and H <sub>s</sub>	H <sub>2%/H<sub>s</sub></sub>	[-]	1.25	1.25	1.25	1.25
<b>Results</b>						
Description	Parameter	Unit				
relative water depth	h/H <sub>m0</sub>	[-]	1.65	1.68	1.67	1.66
Number of waves	N	[-]	1505	1505	1505	1505
Breaker parameter	$\xi_m$	[-]	2.39	2.28	2.21	2.10
Critical breaker parameter	$\xi_{cr}$	[-]	3.33	3.33	3.33	3.33
Relative density	$\Delta$	[-]	1.59	1.59	1.59	1.59
Wave type		[-]	Plunging	Plunging	Plunging	Plunging
Stability parameter plunging waves	H <sub>s</sub> /ΔD <sub>n50,pl</sub>	[-]	2.62	2.69	2.73	2.80
Stability parameter surging waves	H <sub>s</sub> /ΔD <sub>n50,sr</sub>	[-]	1.95	1.91	1.88	1.85
Stability parameter used	H <sub>s</sub> /ΔD <sub>n50</sub>	[-]	2.62	2.69	2.73	2.80
Nominal rock size	D <sub>n50</sub>	[m]	0.96	1.03	1.09	1.17
<b>Nominal rock weight</b>	<b>W<sub>50</sub></b>	<b>[kg]</b>	<b>2364</b>	<b>2924</b>	<b>3393</b>	<b>4264</b>
Safety factor	SF	[-]	1.1	1.1	1.1	1.1
Nominal rock size	D <sub>n50</sub>	[m]	1.06	1.14	1.19	1.29

## Vidal

Onderstaande tabel toont de berekening volgens de methode van Vidal, zie paragraaf 5.2.2.4 uit de Rock Manual. Deze methode bepaalt de benodigde D<sub>n50</sub>, waarbij uit wordt gegaan van 'start van schade'. Omdat als uitgangspunt 'start van schade' is gehanteerd is geen extra veiligheidsfactor op de D<sub>n50</sub> gezet.

De resultaten laten zien dat 3-6T breuksteen stabiel is waarbij start van schade is toegestaan. 3-6T heeft een gemiddelde D<sub>n50</sub> van 1,21 m. Uitzondering hierop is de berekening van zichtjaar 2024 met een terugkeertijd van 10 jaar. Hier is de berekende diameter (D<sub>n50</sub>=1,24m) groter dan gemiddeld D<sub>n50</sub> van 3-6T. Op deze locatie kan dus meer schade verwacht worden.

Parameter	symbol	Eenheid	zichtjaar 2024, terugkeertijd 1/10			zichtjaar 2024, terugkeertijd 1/100			zichtjaar 2100, terugkeertijd 1/10			zichtjaar 2100, terugkeertijd 1/100		
			Sectie 1	Sectie 2	Sectie 3	Sectie 1	Sectie 2	Sectie 3	Sectie 1	Sectie 2	Sectie 3	Sectie 1	Sectie 2	Sectie 3
Significante golthoogte	H <sub>s</sub>	[m]	2.5	4.0	5.8	2.9	4.4	6.2	3.2	4.7	6.5	3.7	5.2	7.0
delta	delta	[-]	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Constante	A	[-]	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54
Constante	B	[-]	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23
Constante	C	[-]	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Watersland	WL	[mNAP]	2.61	2.61	2.61	3.37	3.37	3.37	3.85	3.85	3.85	4.61	4.61	4.61
Kruinhoogte	h <sub>k</sub>	[m]	3.00	1.00	-0.88	3.00	1.00	-0.88	3.00	1.00	-0.88	3.00	1.00	-0.88
Vrijboord	R <sub>c</sub>	[m]	0.39	-1.61	-3.49	-0.37	-2.37	-4.25	-0.85	-2.85	-4.73	-1.61	-3.61	-5.49
Diameter	D <sub>n50</sub>	[m]	1.08	1.21	1.24	1.15	1.16	1.15	1.16	1.13	1.10	1.16	1.08	1.00







## BIJLAGE: REFERENTIE ONTWERPEN

### Referentie ontwerp 1: Eierlandse dam

De Eierlandse dam is gelegen aan de noordzijde van Texel, zie Afbeelding II.1

Afbeelding II.1 Ligging Eierlandse dam op Texel

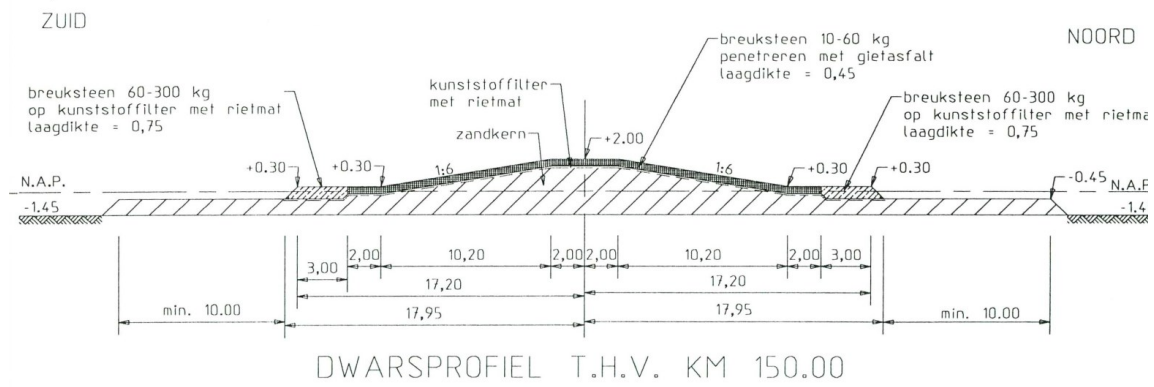


In Project korte dam Eierland. Handleiding beheer en onderhoud ref.[3] is een omschrijving gegeven van de bekleding opbouw van de Eierlandse dam. De dam is te verdelen in drie delen met elk zijn eigen type bekleding opbouw. De genoemde afstand is ten opzichte van de duinvoet. De drie delen zijn:

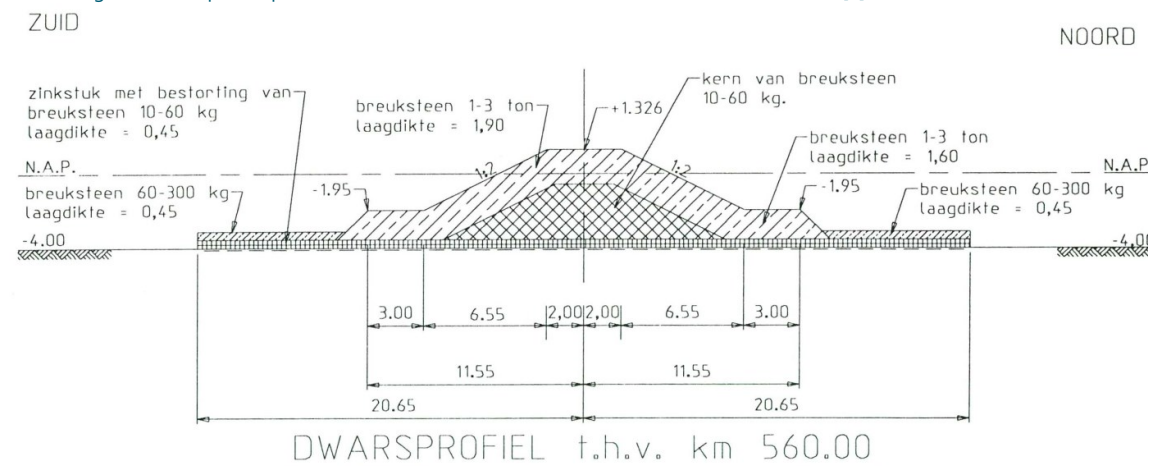
- 1 een zandkern afgedekt met een geotextiel met een toplaag van gepenetreerd breuksteen (10-60 kg). Dit is toegepast vanaf de duinvoet tot 275 m zeewaarts. De teenconstructie bestaat uit twee delen. Het eerst deel bestaat uit 10-60 kg gepenetreerd over een breedte van 2 m. Daarna is 60-300 kg losgestort breuksteen toegepast over een breedte van 3 m. De kruin ligt op deze locatie op NAP+2,0m. Zie afbeelding II.2 voor het ontwerp dwarsprofiel;
- 2 een op zinkstukken aangebracht kern van 10-60 kg breuksteen sortering , afgedekt met een 1-3T breuksteen toplaag. Dit is toegepast over een lengte van 540 m vanaf het gepenetreerde deel. De teenconstructie bestaat uit 1-3T breuksteen over een breedte van 3 m. Er is een bodembescherming aanwezig van 60-300kg breuksteen over een breedte van 10 m. De kruin ligt op NAP+1,3 m. Zie afbeelding II.3 voor het ontwerp dwarsprofiel;
- 3 een op zinkstukken aangebrachte kopconstructie van 3-6T breuksteen. Dit is toegepast over een lengte van 40 m vanaf de 1-3T breuksteen toplaag. De teenconstructie bestaat uit 1-3T met een breedte van 4 m. Een bodembescherming is aanwezig met een totale lengte van 22,5 m. Deze bestaat uit een 12,5 m brede 60-300kg breuksteen sortering en daarna nog 10 m 10-60 kg breuksteen sortering. De kruin ligt op NAP+0,5m. Zie afbeelding II.4 voor het ontwerp dwarsprofiel.

Het ontwerp van de drie verschillende secties is hieronder gepresenteerd.

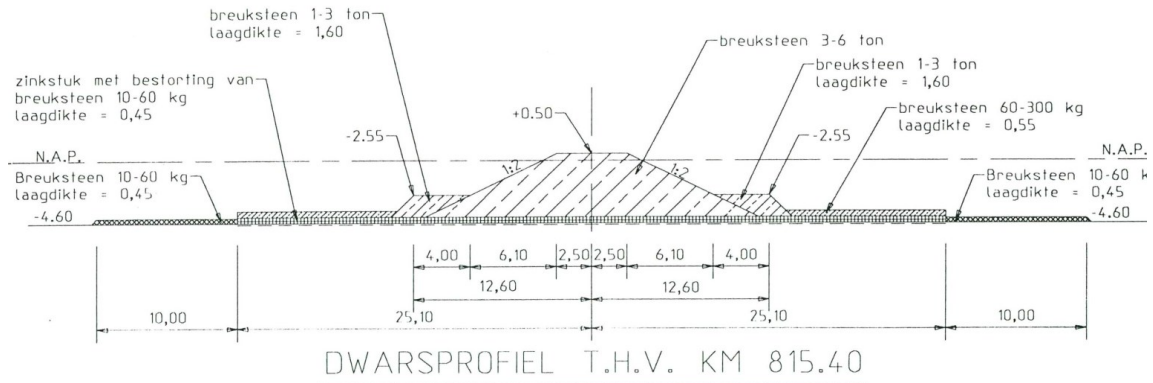
Afbeelding II.2 Ontwerpdwarsprofiel Eierlandse dam eerste 275 m vanaf duinvoet ref.[3]



Afbeelding II.3 Ontwerpdwarsprofiel Eierlandse dam vanaf 275 m tot 815 m vanaf duinvoet ref.[3]



Afbeelding II.4 Ontwerpdwarsprofiel Eierlandse dam vanaf 815 m tot einde vanaf duinvoet ref.[3]

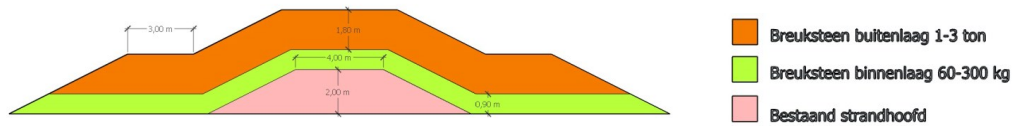


### Referentie ontwerp 2: strekdam Jarkusraai 9450

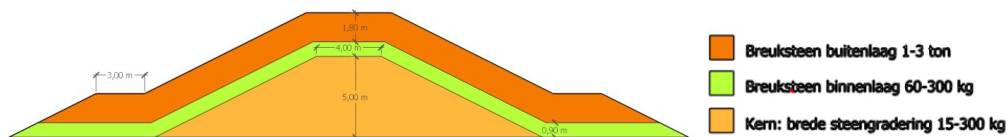
In Verkenning probleemlocaties onderhoud Nederlandse kust. Alternatieve beheer- en onderhoudsstrategieën voor Vlieland Havenstrand, Texel Zuidwest, Dishoek en Nieuwvliet-Groede (ref.[1]) is voor een zeer vergelijkbare locatie, door Royal HaskoningDHV een ontwerp opgesteld voor een strekdam. De strekdam ligt 60 m zuidelijker dan de in de voorliggende notitie bedoelde locatie. De strekdam heeft eenzelfde functie als de grote strekdam. De strekdam bestaat uit twee delen en heeft een totale lengte van 500 meter:

- 1 het eerste deel (150 m vanaf duinvoet) bestaat uit een verhoging van de bestaande strekdam. De kruin wordt verhoogd naar NAP+2,7m. Een filterlaag van 60-300kg wordt aangebracht op de bestaande strekdam en afgedekt met een 1-3T toplaag. De teenconstructie heeft een breedte van 3 m. De taludhelling heeft een 1:2 helling, zie afbeelding II.5;
- 2 het tweede deel betreft een verlenging van de bestaande strekdam. Deze heeft een lengte van 350 m vanaf de bestaande strekdam. De kruin van de nieuwe strekdam ligt op NAP+2,7m. De kern bestaat uit 15-300kg breuksteen, afgedekt met een filterlaag van 60-300 kg en een toplaag van 1-3T breuksteen, zie afbeelding II.6.

Afbeelding II.5 Ontwerpdwarsprofiel verhoging bestaande strekdam eerste 150 m vanaf duinvoet ref.[1]



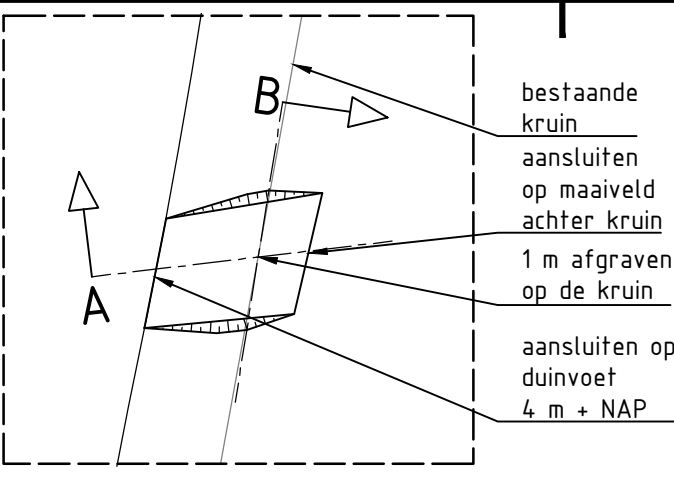
Afbeelding II.6 Ontwerpdwarsprofiel verlenging bestaande strekdam vanaf 150 m tot 500 m vanaf duinvoet ref.[1]



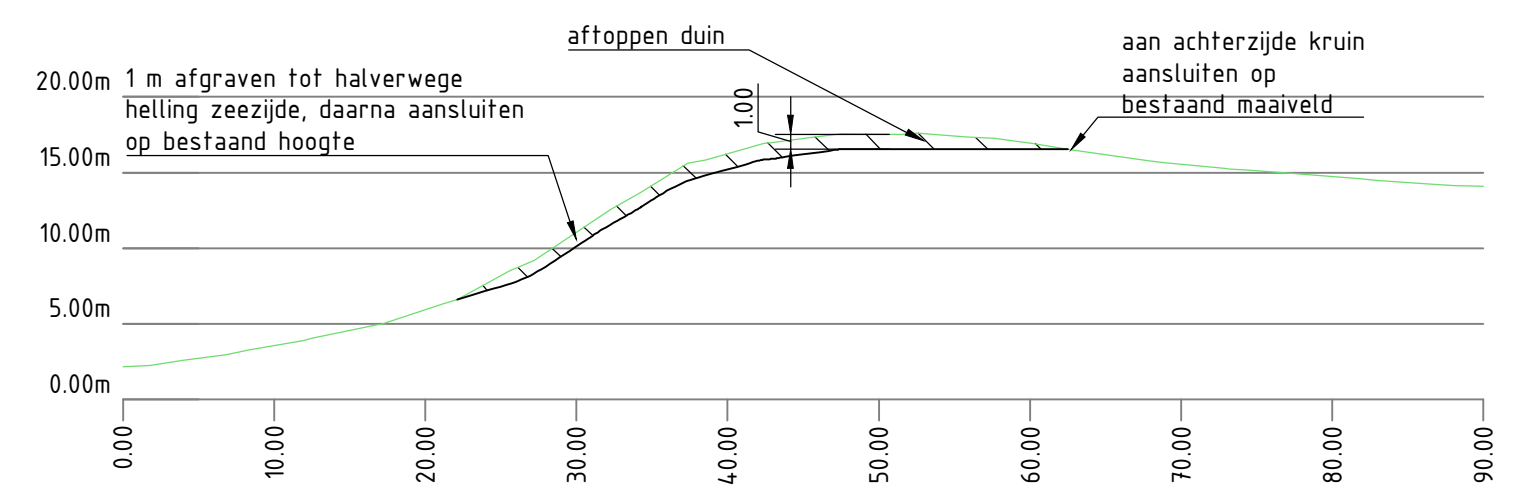
# IV

## BIJLAGE: ONTWERPTEKENINGEN

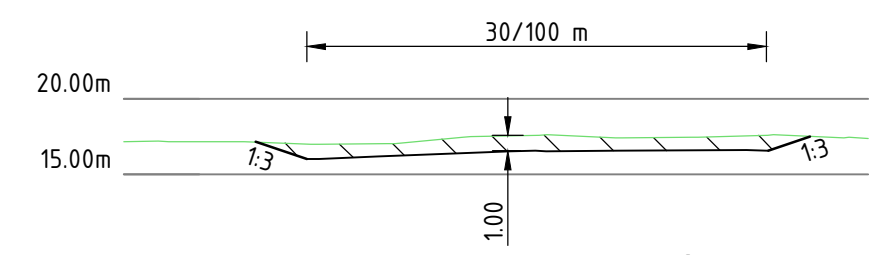




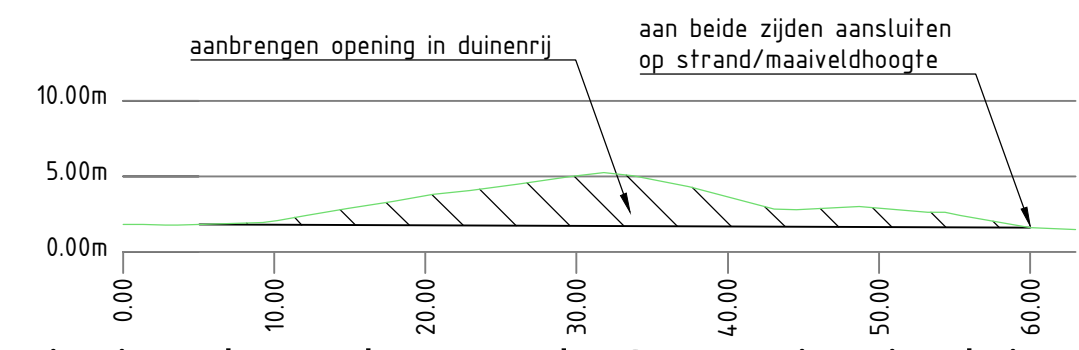
**Detail: aftoppen**  
Schaal 1: 2000



**Principe langsdoorsnede A: aftoppen**  
Schaal 1: 500



**Principe dwarsdoorsnede B: aftoppen**  
Schaal 1: 500



**Principe dwarsdoorsnede C: opening in duin**  
Schaal 1: 500



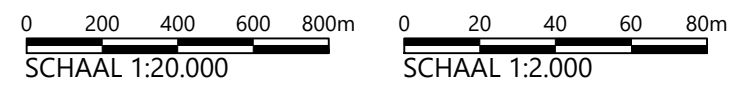
**Bovenaanzicht**  
Schaal 1: 20.000

**LEGENDA**

- Aftoppen duin - eerste fase (totaal ca. 21.000 m3)
- Aftoppen duin - eindsituatie (totaal ca. 43.000 m3)
- Aanbrengen opening in duinenrij t.b.v. doorbraak jonge duinvallei (totaal ca. 7.000 m3)
- Voortzetten suppletieonderhoud
- Vasthouden duinvoet

**OPMERKINGEN**

- Maten in meters (m), tenzij anders vermeld;
- Hoogtematen in meters (m) ten opzichte van N.A.P., tenzij anders vermeld;



Wijz.	Getekend	Datum	Omschrijving
A			
B			
C			

**CONCEPT** 001  
22-04-2024

Opdrachtgever  
**Provincie Noord-Holland**  
Project  
**Variantenstudie Texel Zuidwest**  
Fase 2  
Onderdeel  
**Schetsontwerp**  
**Variante 1 - Voortzetten van het huidige beheer**

Status	<b>Concept</b>	Getekend	A. Benschop		
Datum	22-04-2024	Gecontroleerd	T. Nieuwhuis		
Formaat	Schaal	Goedgekeurd	W. Ridderinkhof		
A2	1:20.000 / 1:500	Projectcode	136907	Tekeningnummer	1001
				Bladnummer	1/1

Bestandslocatie en -naam: P:\1369136907\Models\02\_Models in progress\01\_ACAD-C3D\1000-1999\_SO\136907-1001\_variant.1\_multisituatie.dwg





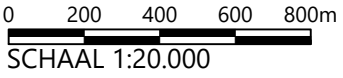
**Bovenaanzicht**  
Schaal 1: 20.000

**LEGENDA**

- Ligging kustlijn
- 2030
  - 2040
  - 2050
  - 2060
  - 2100
  - - - 2100 (bij geen verheiling)

**OPMERKINGEN**

- Maten in meters (m), tenzij anders vermeld;
- Hoogtematen in meters (m) ten opzichte van N.A.P., tenzij anders vermeld;



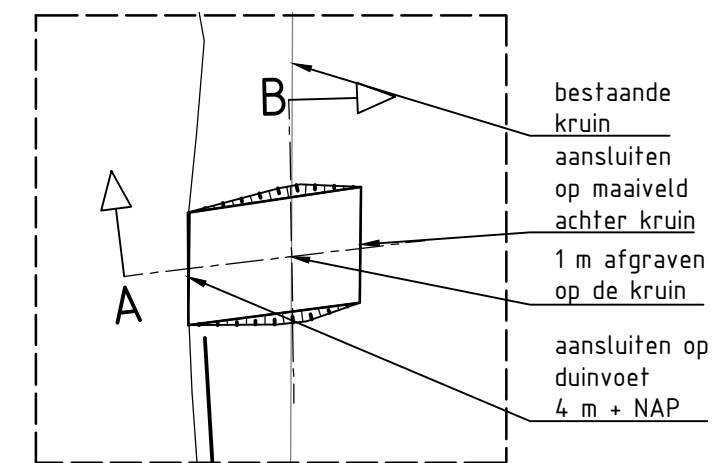
Wijz.	Getekend	Datum	Omschrijving
A			
B			
C			

**CONCEPT** 001  
22-04-2024

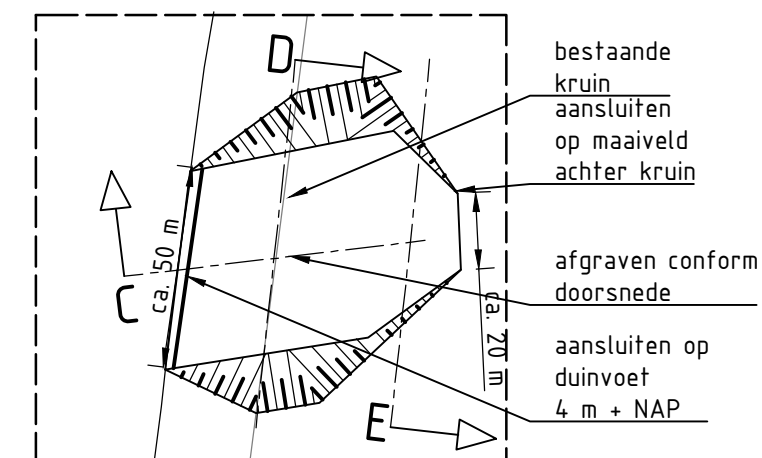
Opdrachtgever  
**Provincie Noord-Holland**  
Project  
**Variantenstudie Texel Zuidwest**  
**Fase 2**  
Onderdeel  
**Schetsontwerp**  
**Variant 2 - Wildernisgebied zonder beheer**

Status	<b>Concept</b>	Getekend	A. Benschop	
Datum	22-04-2024	Gecontroleerd	T. Nieuwhuis	
Formaat	Schaal	Goedgekeurd	W. Ridderinkhof	
A2	1:20.000	Projectcode	Tekeningnummer	Bladnummer
		136907	1002	1/1





**Detail: aftoppen**  
Schaal 1: 2000

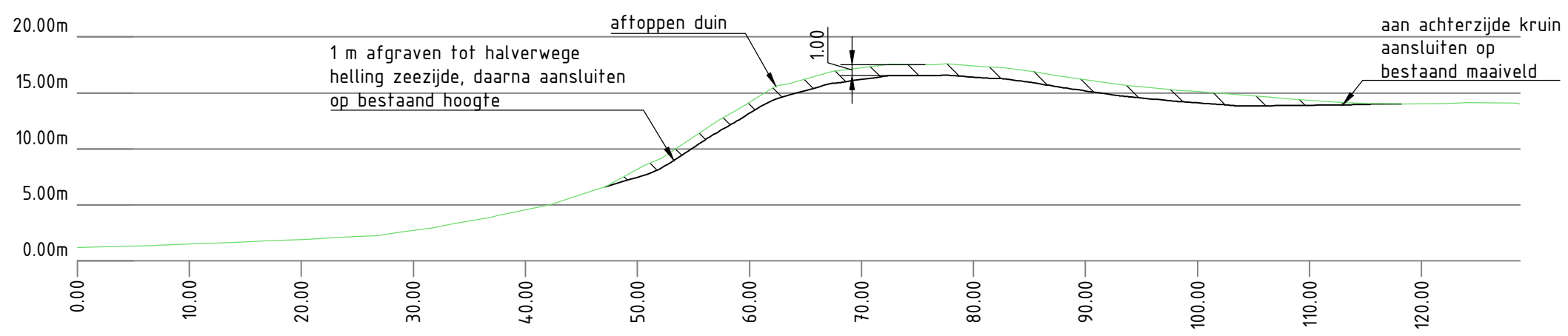


**Detail: kerf**  
Schaal 1: 2000

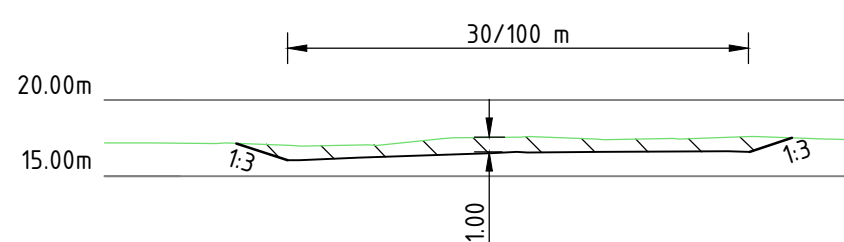
**LEGENDA**

- Aanleg kerven - eerste fase (totaal ca. 30.000 m3)
- Aanleg kerven - eindsituatie (totaal ca. 75.000 m3)
- Aftoppen duin - eerste fase (totaal ca. 12.000 m3)
- Aftoppen duin - eindsituatie (totaal ca. 22.000 m3)
- Voortzetten suppletieonderhoud
- Voorkomen embryonale duinvorming aan zeezijde kerven

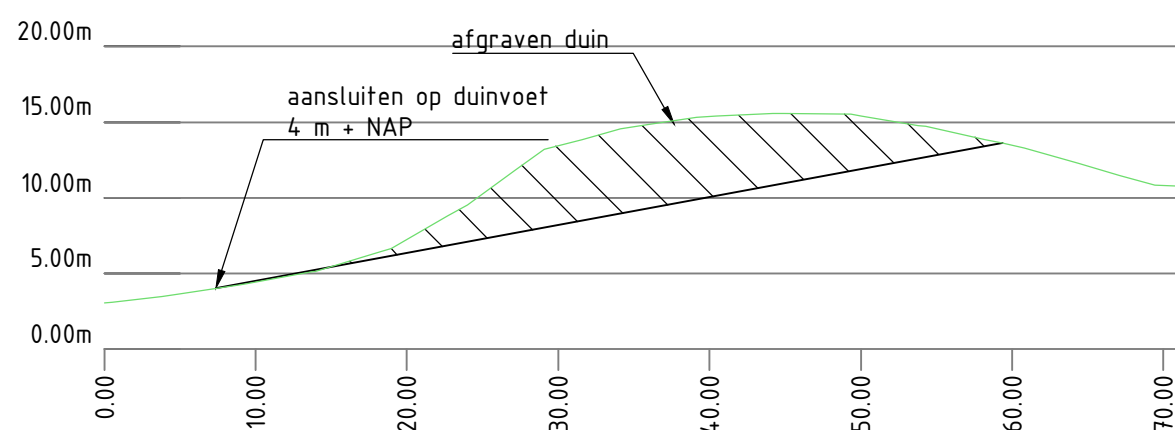
**Bovenaanzicht**  
Schaal 1: 20.000



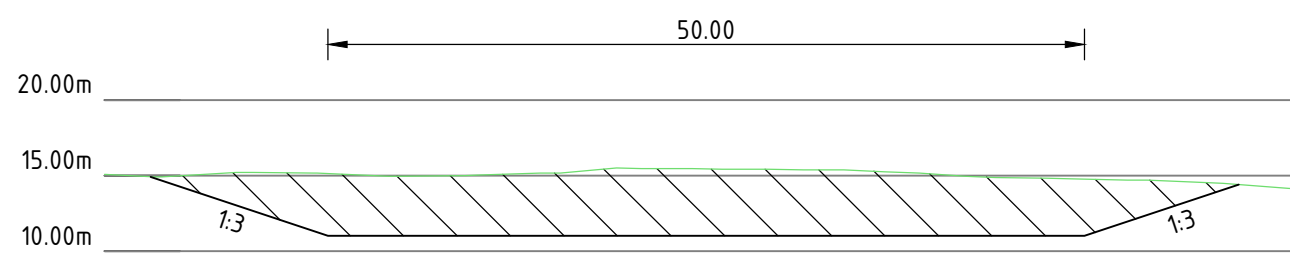
**Principe langdoorsnede A: aftoppen**  
Schaal 1: 500



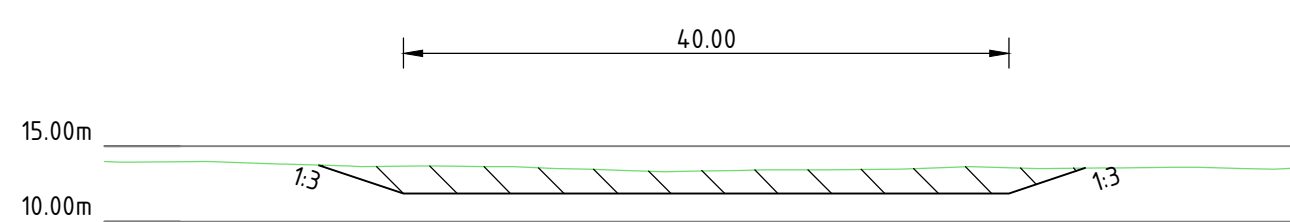
**Principe dwarsdoorsnede B: aftoppen**  
Schaal 1: 500



**Principe langdoorsnede C: kerven**  
Schaal 1: 500



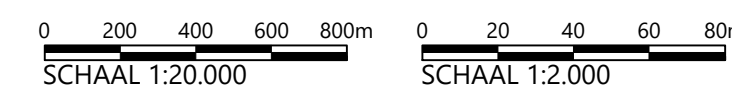
**Principe dwarsdoorsnede D: kerven (op kruin)**  
Schaal 1: 500



**Principe dwarsdoorsnede E: kerven (aansluiting)**  
Schaal 1: 500

**OPMERKINGEN**

- Maten in meters (m), tenzij anders vermeld;
- Hoogtematen in meters (m) ten opzichte van N.A.P., tenzij anders vermeld;



Wijz.	Getekend	Datum	Omschrijving
A			
B			
C			

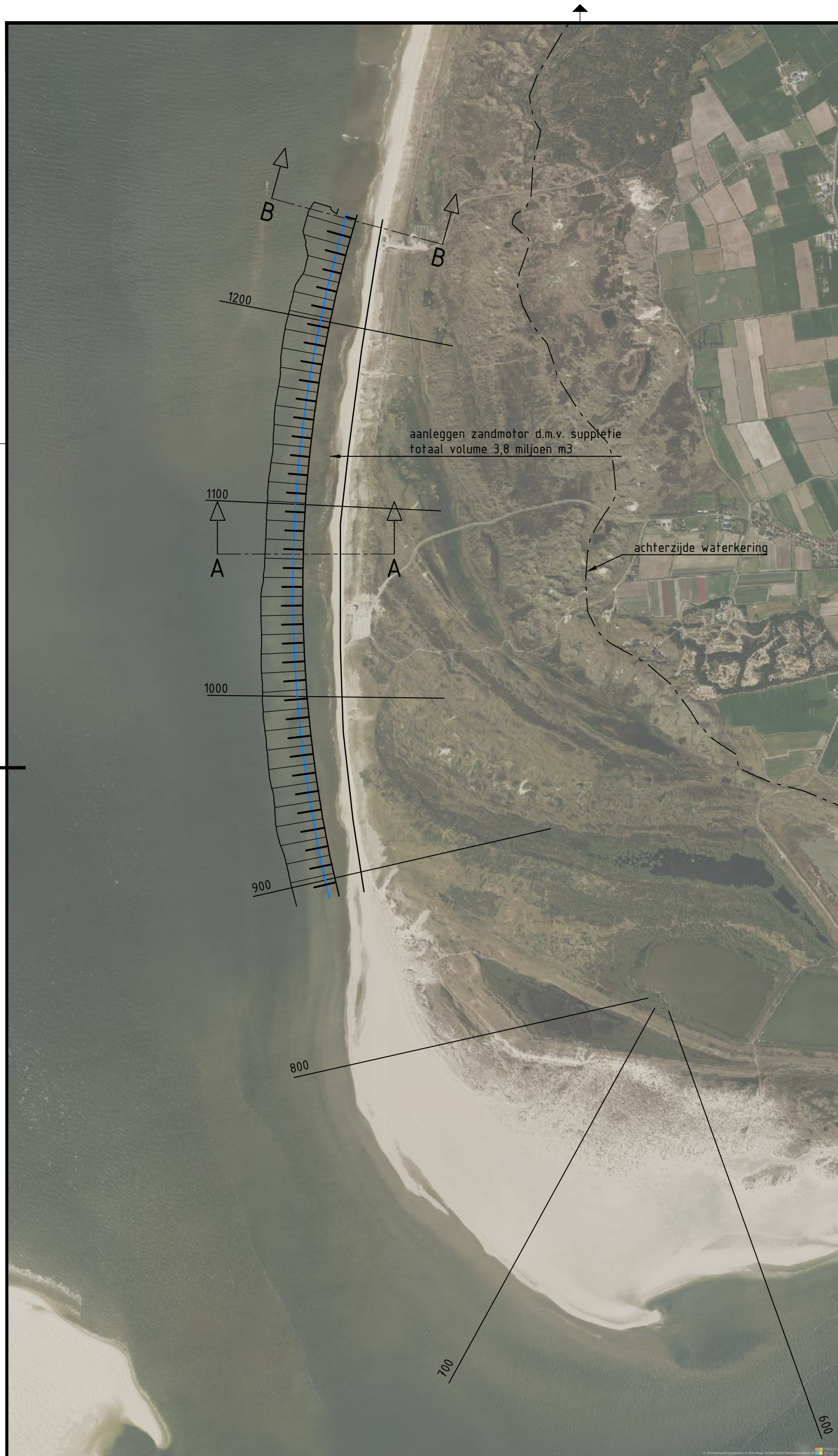
**CONCEPT** 001  
22-04-2024

Opdrachtgever  
**Provincie Noord-Holland**  
Project  
**Variantenstudie Texel Zuidwest**  
**Fase 2**  
Onderdeel  
**Schetsontwerp**  
**Variante 3 - Aanleggen van meerdere kerven**

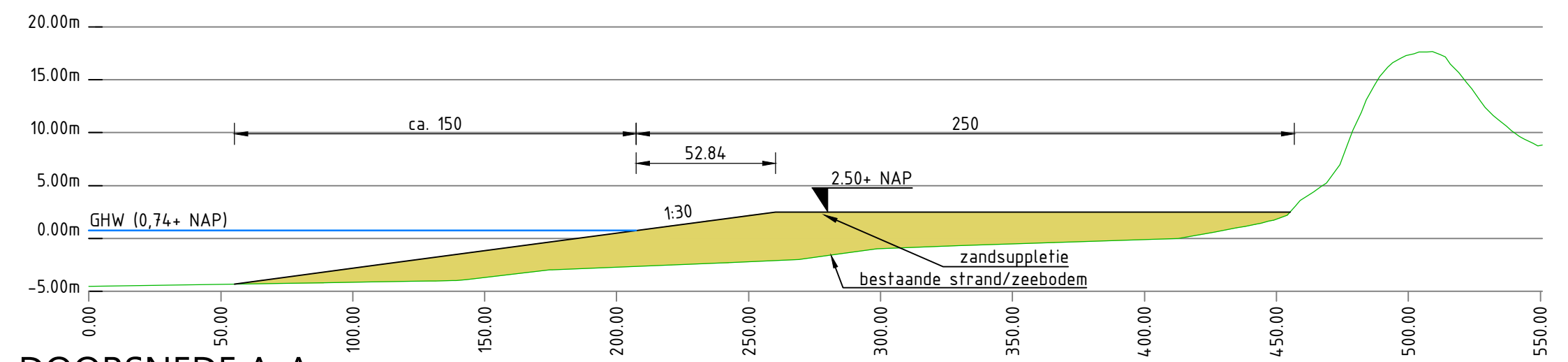
Status	Concept	Getekend	A. Benschop
Datum	22-04-2024	Gecontroleerd	T. Nieuwhuis
		Goedgekeurd	W. Ridderinkhof
Formaat	Schaal	Projectcode	Tekeningnummer
841x420	1:20.000 / 1:500	136907	1003
			Bladnummer
			1/1

Witteveen + Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer  
Lieuwenbrug 8 | Postbus 233 | 7400 AE Deventer | +31 (0)570 69 79 11 | www.witteveenbos.com | KvK 38020751

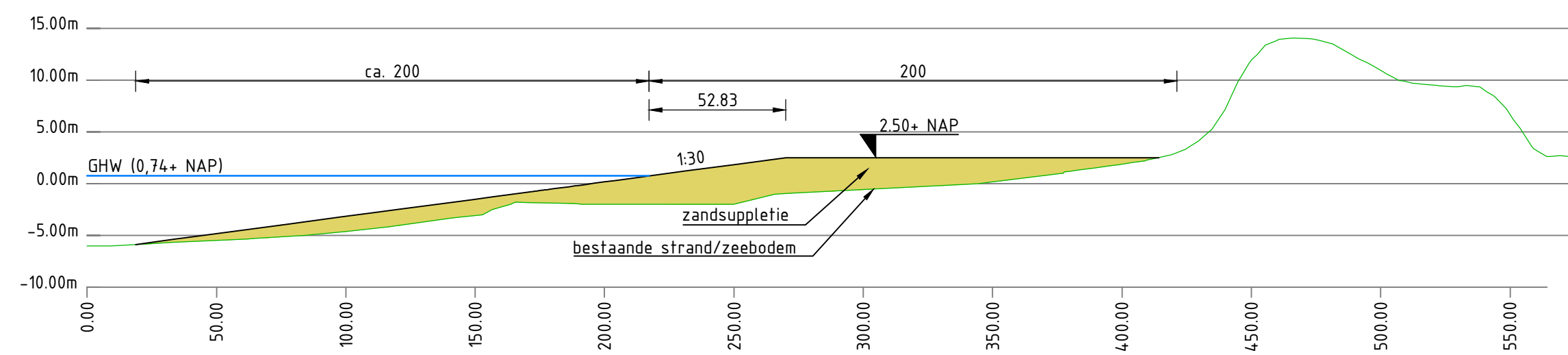




**Bovenaanzicht**  
Schaal 1: 20.000



**DOORSNEDE A-A**  
Schaal 1: 2000 (horizontaal)  
Schaal 1:500 (verticaal)

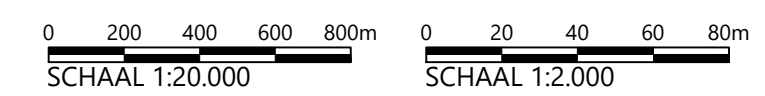


**DOORSNEDE B-B**  
Schaal 1: 2000 (horizontaal)  
Schaal 1:500 (verticaal)

**LEGENDA**  
 Nieuwe GHW-lijn (0,74 m + NAP) na aanleg

**OPMERKINGEN**

- Maten in meters (m), tenzij anders vermeld;
- Hoogtematen in meters (m) ten opzichte van N.A.P., tenzij anders vermeld;



Wijz.	Getekend	Datum	Omschrijving
A			
B			
C			

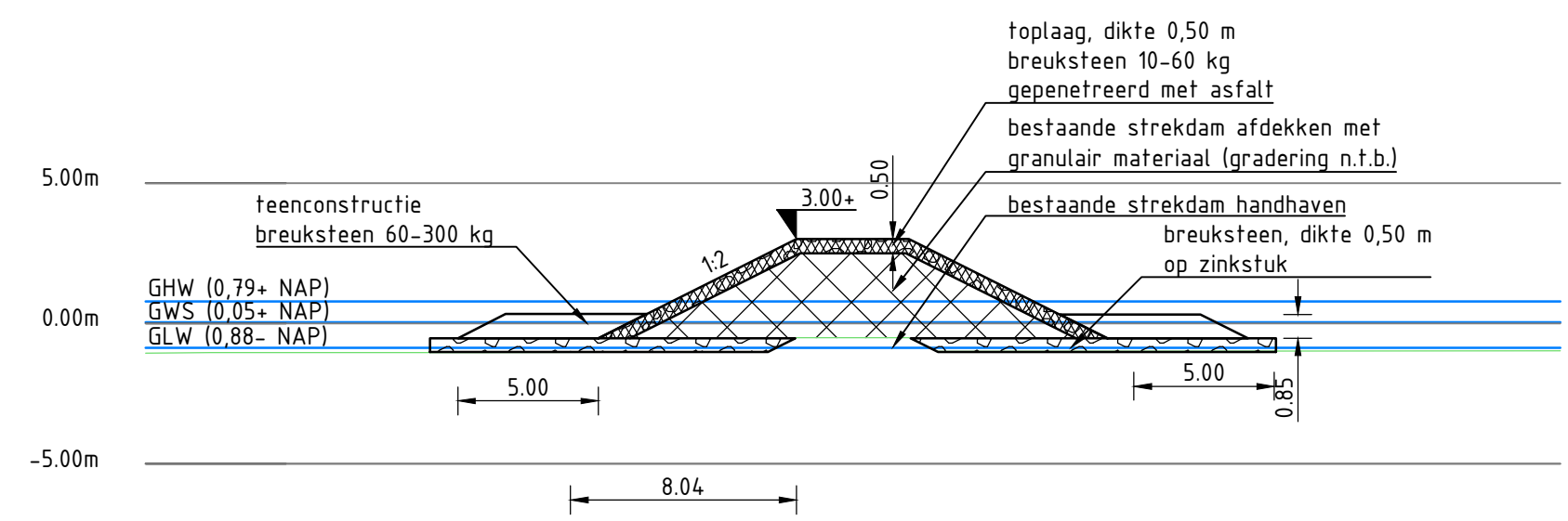
**CONCEPT** 002  
06-06-2024

Opdrachtgever  
**Provincie Noord-Holland**  
 Project  
**Variantenstudie Texel Zuidwest**  
**Fase 2**  
 Onderdeel  
**Schetsontwerp**  
**Variante 4 - Aanleggen van een megasuppletie**

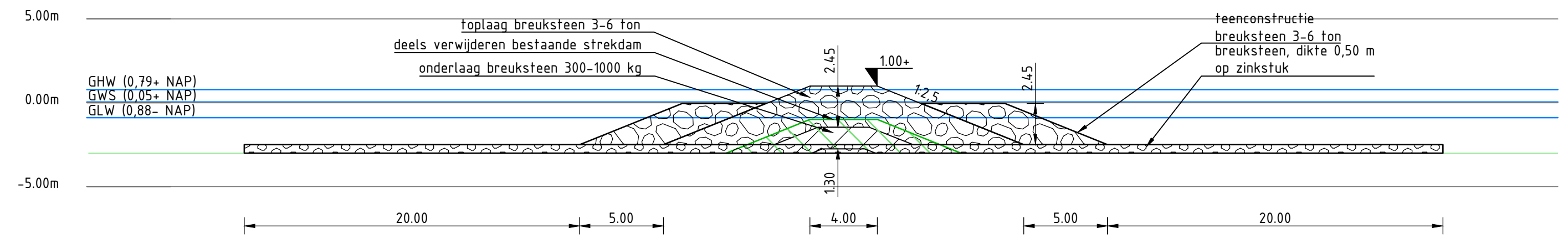
Status	Concept	Getekend	A. Benschop		
Datum	6-6-2024	Gecontroleerd	T. Nieuwhuis		
Formaat	Schaal	Goedgekeurd	W. Ridderinkhof		
A2	1:20.000 / 1:2.000	Projectcode	136907	Tekeningnummer	1004
				Bladnummer	1/1

Bestandslocatie en -naam: P:\1369136907\Models\02\_Models in progress\01\_ACAD-C3D\1000-1999\_SO\136907-1004\_variant\_4\_zandmotor\_variant\_2\_5+NAP.dwg

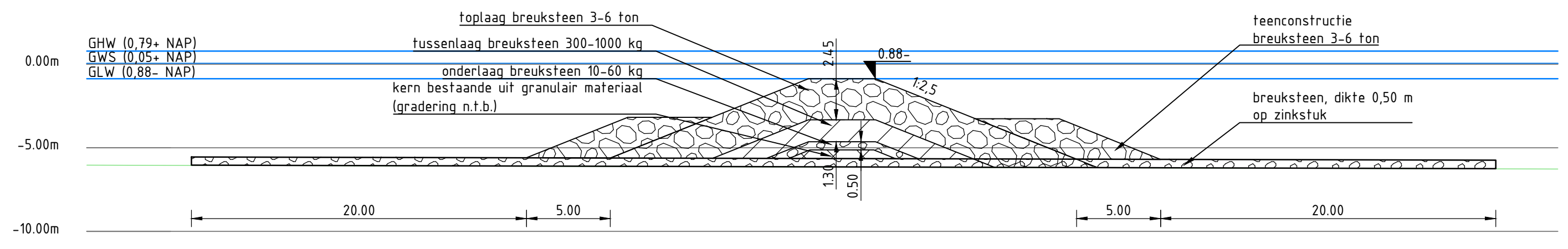




**Doorsnede strekking 1 + ophogen bestaande strekdammen**  
Schaal 1:250



**Doorsnede strekking 2**  
Schaal 1:250



**Doorsnede strekking 3**  
Schaal 1:250

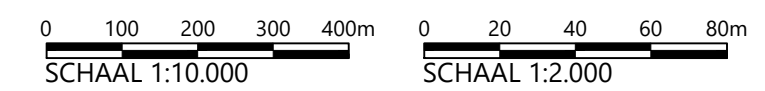
**LEGENDA**

- Aanbrengen strekdam onder GHW
- Aanbrengen strekdam boven GHW

**Bovenaanzicht**  
Schaal 1:10.000

**OPMERKINGEN**

- Maten in meters (m), tenzij anders vermeld;
- Hoogtematen in meters (m) ten opzichte van N.A.P., tenzij anders vermeld;



**Witteveen + Bos**

Wijz.	Getekend	Datum	Omschrijving
A			
B			
C			

**CONCEPT** 001  
22-04-2024

Opdrachtgever  
**Provincie Noord-Holland**

Project  
**Variantenstudie Texel Zuidwest**

Fase 2  
**Schetsontwerp**

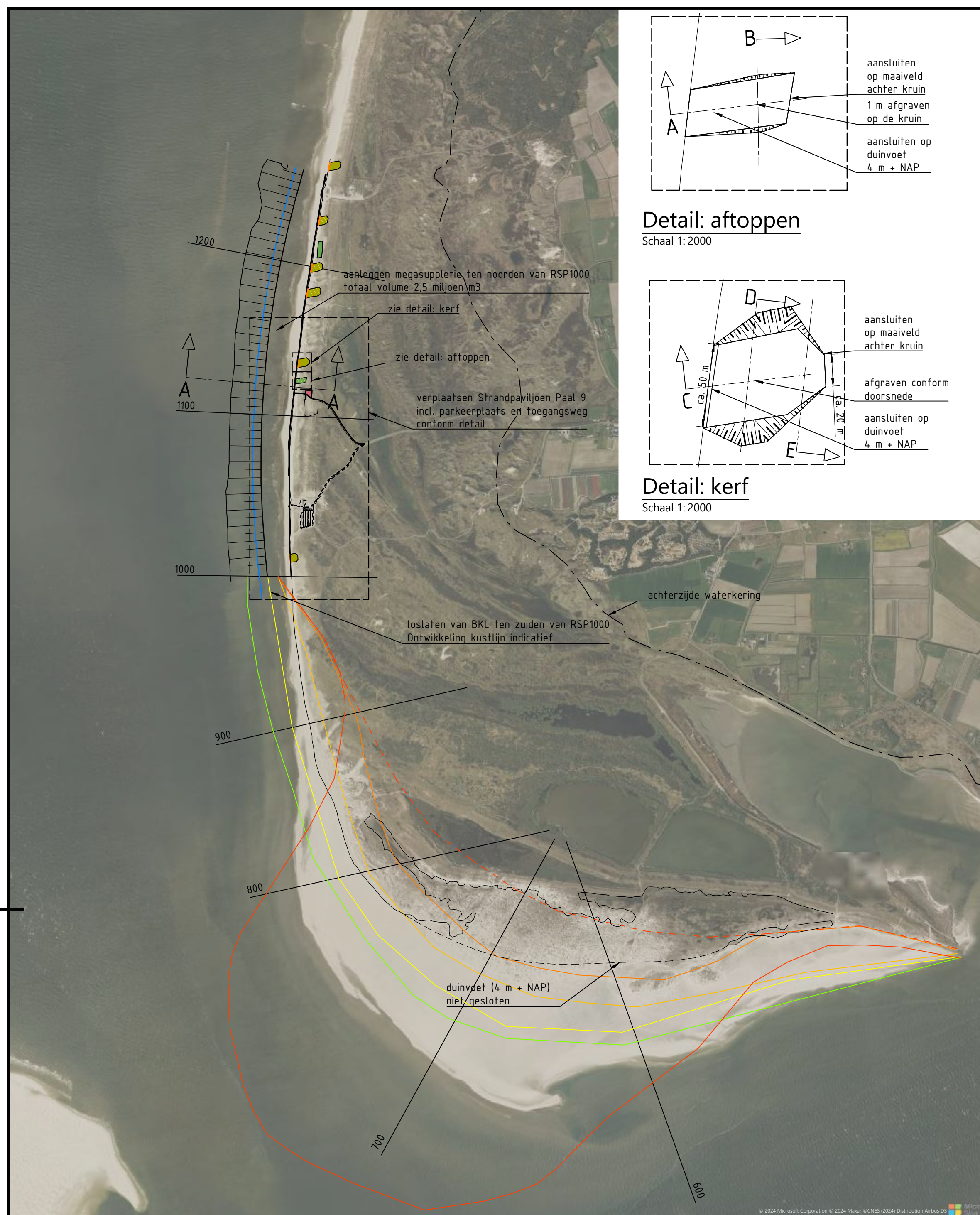
Onderdeel  
**Variante 5 - Aanleg van een grote strekdam**

Status	Concept	Getekend Goedgekeurd	A. Benschop L. Jordans W. Ridderinkhof
Datum	22-04-2024		
Formaat	Schaal	Projectcode	Tekeningnummer
A1	1:10.000 / 1:250	136907	1005
			Bladnummer
			1/1

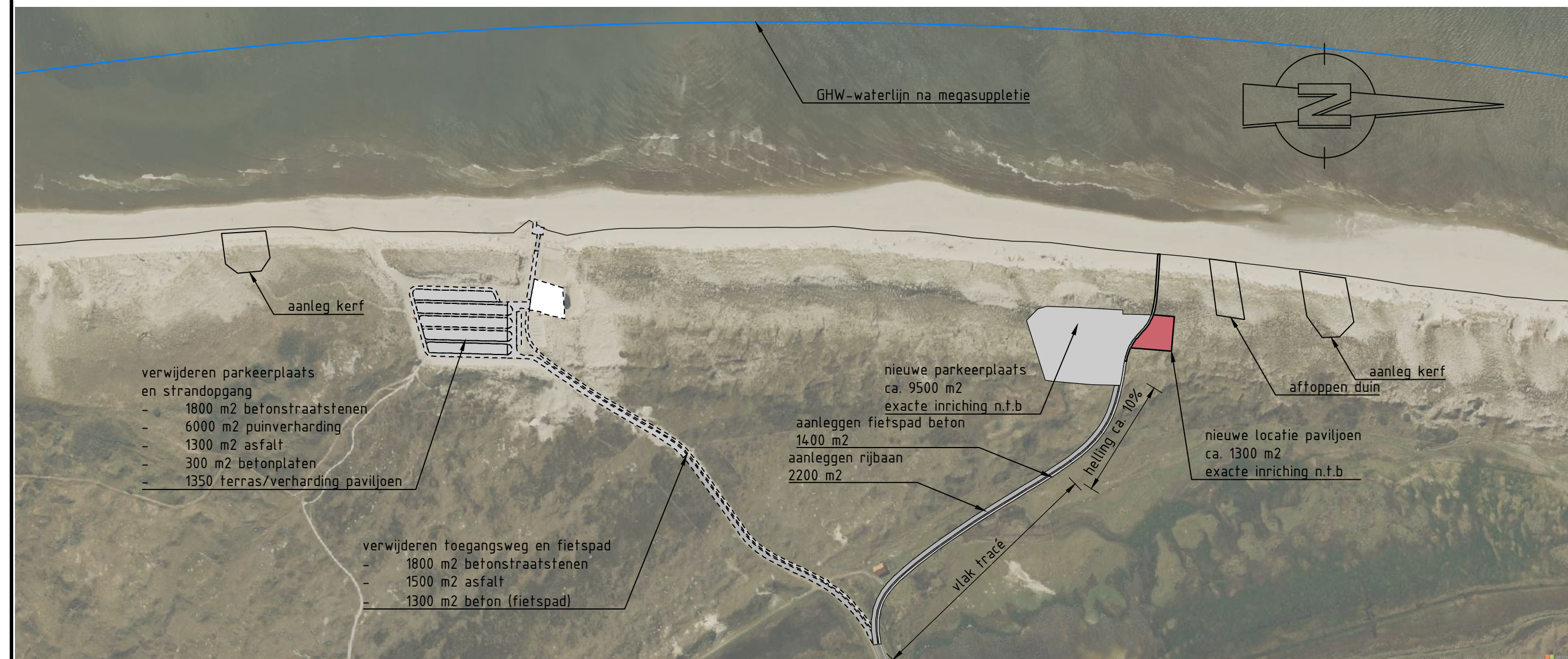
Witteveen + Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer  
Leeuwenbrug 8 | Postbus 233 | 7400 AE Deventer | +31 (0)570 69 79 11 | www.witteveenbos.com | KvK 38020751

Bestandslocatie en -naam: P:\136907\Moekel\02\_Moekel in progress\01\_ACAD-C3D\1000-1999\_S0\136907-1000-variant 5 grote strekdam.dwg



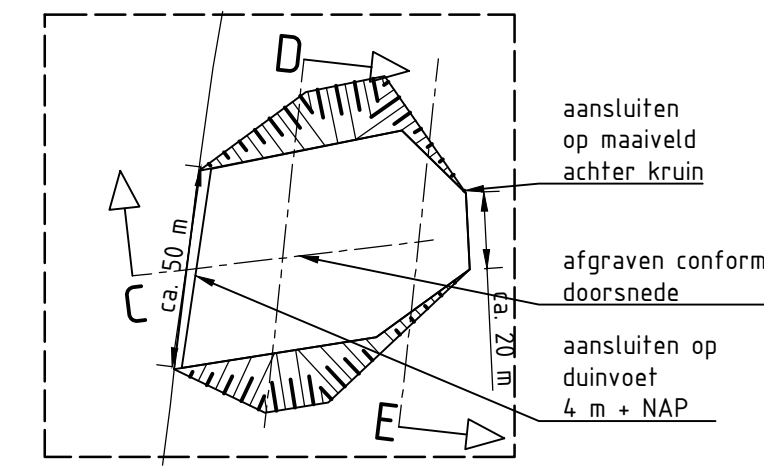


**Bovenaanzicht**  
Schaal 1: 20.000



**Detail paviljoen**  
Schaal 1: 5.000

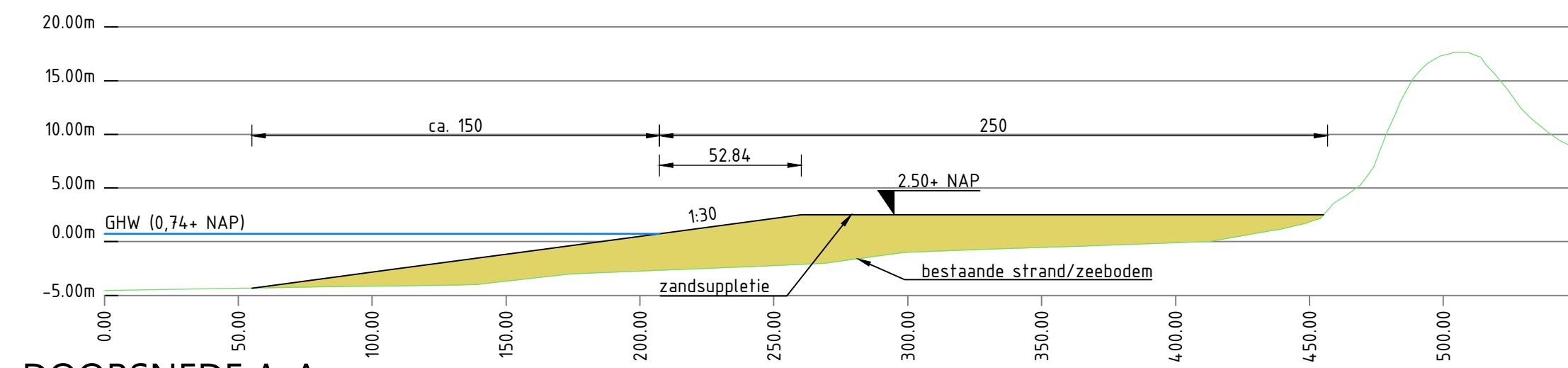
**Detail: aftoppen**  
Schaal 1: 2000



**Detail: kerf**  
Schaal 1: 2000

**DOORSNEDE A-A**

Schaal 1: 2.000 (horizontaal)  
Schaal 1: 500 (verticaal)

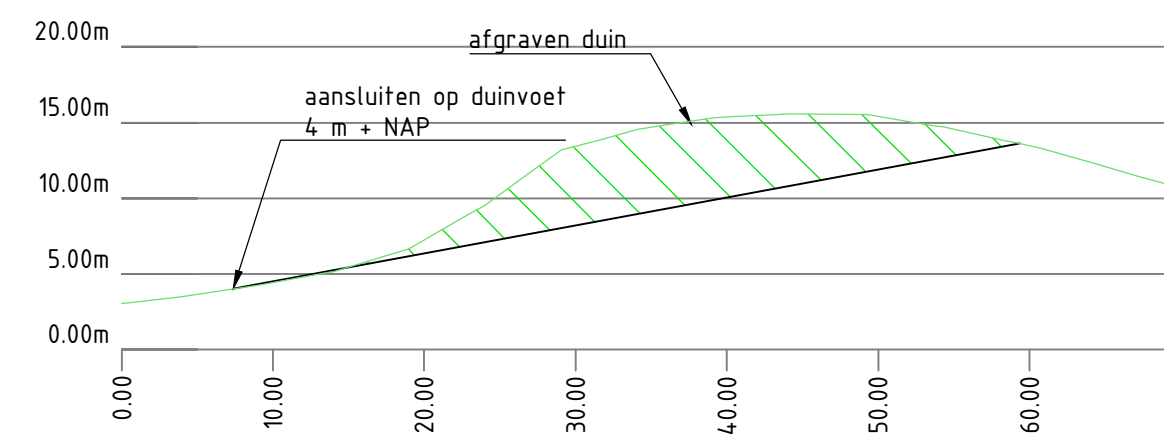
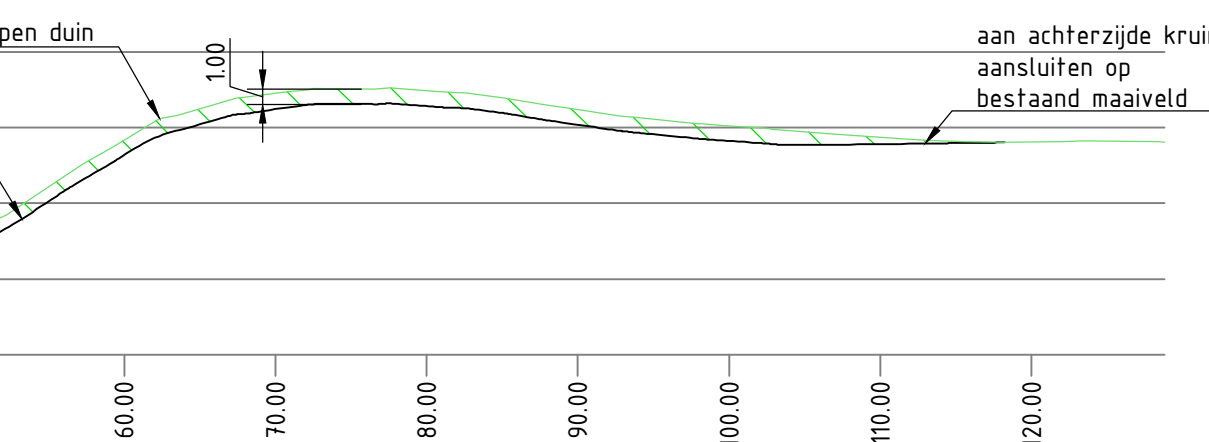


**Principe langsdoorsnede A: aftoppen**

Schaal 1: 500

**LEGENDA BOVENAANZICHT**

- Nieuwe GHW-lijn (0,74 m + NAP) na aanleg
- Aanleg kerven - eerste fase (totaal ca. 15.000 m<sup>3</sup>)
- Aanleg kerven - eindsituatie (totaal ca. 30.000 m<sup>3</sup>)
- Aftoppen duin - eerste fase (totaal ca. 5.400 m<sup>3</sup>)
- Aftoppen duin - eindsituatie (totaal ca. 7.000 m<sup>3</sup>)
- Ligging kustlijn
  - 2030
  - 2040
  - 2050
  - 2060
  - 2100
  - 2100 (bij geen verhoging)

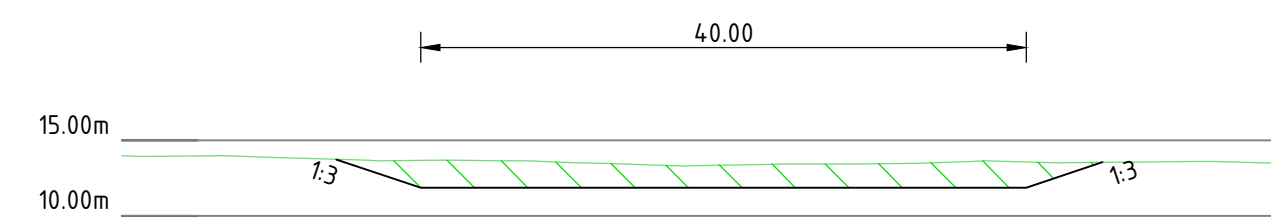


**Principe langsdoorsnede C: kerven**

Schaal 1: 500

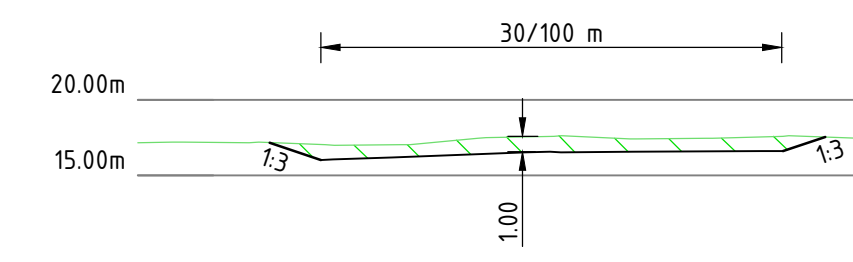
**Principe dwarsdoorsnede D: kerven (op kruin) (cut on crest)**

Schaal 1: 500



**Principe dwarsdoorsnede E: kerven (aansluiting) (cut connection)**

Schaal 1: 500



**Principe dwarsdoorsnede B: aftoppen**

Schaal 1: 500

**OPMERKINGEN**

- Maten in meters (m), tenzij anders vermeld;
- Hoogtematen in meters (m) ten opzichte van N.A.P., tenzij anders vermeld;



Wijz.	Getekend	Datum	Omschrijving
A			
B			
C			



Opdrachtgever  
**Provincie Noord-Holland**  
 Project  
**Variantenstudie Texel Zuidwest**  
 Fase 2  
 Onderdeel  
**Schetsontwerp**  
**Variante 6 - Ingrepen in het noorden, wildernis in het zuiden**

Status	Concept	Getekend Gecontroleerd Goedgekeurd	A. Benschop T. Nieuwhuis W. Ridderinkhof
Datum	6-6-2024	Projectcode	Tekeningnummer
Formaat	Schaal	136907	1006
A2	1:20.000 / 1:2.000	Bladnummer	1/1

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer  
 Leeuwenbrug 8 | Postbus 233 | 7400 AE Deventer | +31 (0)570 69 79 11 | www.witteveenbos.com | KvK 38020751



