

Strandsuppleties Cadzand

**Borgingdocument Natuur
Rijkswaterstaat**

20 juni 2023

Contactpersoon

CAS DINJENS
Adviseur mariene ecologie

M +31 (0) 6 21 36 88 19
E cas.dinjens@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Toetsing aan de Wnb Gebiedsbescherming	5
1.3	Toetsing aan de Wnb Soortenbescherming	5
1.4	Voorwaarden	5
2	Voorgenomen activiteit	6
2.1	Locatie	6
2.2	Activiteiten	6
2.2.1	Robuuste toetsing	7
2.2.2	Getoetste activiteiten	7
3	Wnb-gebiedsbescherming	8
3.1	Relevante Natura 2000-gebieden	8
3.2	Toegang Beperkend Besluit (TBB)	8
3.3	Toets aan zorgplicht: voorwaarden uit Natura 2000 beheerplannen	8
3.3.1	Zorgplicht: toetsing voorwaarden beheerplan	8
3.3.2	Toetsing voorwaarden zeehonden	11
3.3.3	Zandkorrelanalyse	12
3.3.4	Steenloper	12
3.3.5	Toetsing voorwaarden zilte pionierbegroeiingen, slijkgrasvelden en/of schorren en zilte graslanden	13
3.3.6	Conclusie zorgplicht Natura 2000-gebieden Westerschelde & Saeftinghe, Vlake van de Raan en Zwin en Kievittepolder	14
4	Wnb-Soortenbescherming	15
4.1	Werkwijze Wnb Soortenbescherming	15
4.2	Toetsing Wnb-Soortenbescherming	16
4.2.1	Vleermuizen	18
4.2.2	Broedvogels	18
4.2.3	Foeragerende vogels	19

4 Onze referentie: WASE5H3JW77F-350239261-2022:1 - Datum: 20 juni 2023

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De kust van Zeeuws-Vlaanderen staat bloot aan structurele erosie. De kustlijn dient gehandhaafd te blijven om behoud van de achterliggende functies te verzekeren. Deze suppletie moet uitgevoerd worden conform alle geldende wet- en regelgeving voor natuurbehoud, en met zo min mogelijk effecten op het lokale ecosysteem. Om dit te toetsen is het onderliggende borgingsdocument opgesteld. Voor deze locatie wordt daarom in 2024-2025 een strandsuppletie uitgevoerd. Als basis voor de beoordeling is het indicatief technisch ontwerp gebruikt van 26 september 2022. In hoofdstuk 2 worden het ontwerp en de noodzaak van de suppletie nader toegelicht. Dit ontwerp is getoetst aan de verschillende onderdelen van de Wet Natuurbescherming (Wnb).

1.2 Toetsing aan de Wnb Gebiedsbescherming

In hoofdstuk 3 staat de toetsing aan de Wnb onderdeel Gebiedsbescherming, oftewel de toetsing aan de Natura 2000-gebieden. Het uitvoeren van de suppleties is regulier beheer en onderhoud¹, wat niet wordt gezien als een plan of project in de zin van de Habitatrichtlijn. Nu enkel voor plannen of projecten een vergunningplicht bestaat, is er voor het uitvoeren van de suppleties geen vergunning nodig in het kader van de Wnb gebiedsbescherming. Hoewel er geen sprake is van een N2000-vergunningplicht geldt wel de algemene zorgplicht van artikel 1.11 Wnb. Door het volgen van de voorwaarden in de Natura 2000 beheerplannen wordt invulling gegeven aan deze zorgplicht. Door als uitgangspunt de voorwaarden uit Natura 2000 beheerplannen te nemen wordt invulling gegeven aan deze zorgplicht. In hoofdstuk 3 wordt daarom de suppletie getoetst aan de voorwaarden uit de Natura 2000-beheerplannen.

In het kader van de Wnb zijn ook gebieden aangewezen waarvoor een Toegangsbeperkend Besluit (TBB) geldt, dit zijn gebieden waar restricties/voorwaarden gelden voor varen en/of bodem beroerende activiteiten. Deze restricties/voorwaarden gelden ook voor activiteiten die onder beheer en onderhoud vallen zoals de suppleties. In hoofdstuk 3 wordt daarom ook aan de TBB's getoetst.

1.3 Toetsing aan de Wnb Soortenbescherming

In hoofdstuk 4 staat de toetsing aan de Wnb onderdeel Soortenbescherming. Dit betreft de bescherming van (individuele) soorten. Om te voldoen aan de randvoorwaarden van de wet heeft RWS een gedragscode opgesteld waardoor, onder voorwaarden, zonder ontheffing kan worden gewerkt. Deze gedragscode is van toepassing op alle beschermde planten- en diersoorten en ziet toe op de volgende werkzaamheden:

- Bestendig beheer of onderhoud aan vaarwegen, watergangen, waterkeringen, waterstaatswerken, oevers, wegen, of in het kader van natuurbeheer
- Kleinschalige ruimtelijke ontwikkeling of inrichting

De Gedragscode soortenbescherming van Rijkswaterstaat is van toepassing op de uitvoering van de suppleties. Door de werkzaamheden te toetsen aan de Gedragscode wordt invulling gegeven aan deze Gedragscode van Rijkswaterstaat.

1.4 Voorwaarden

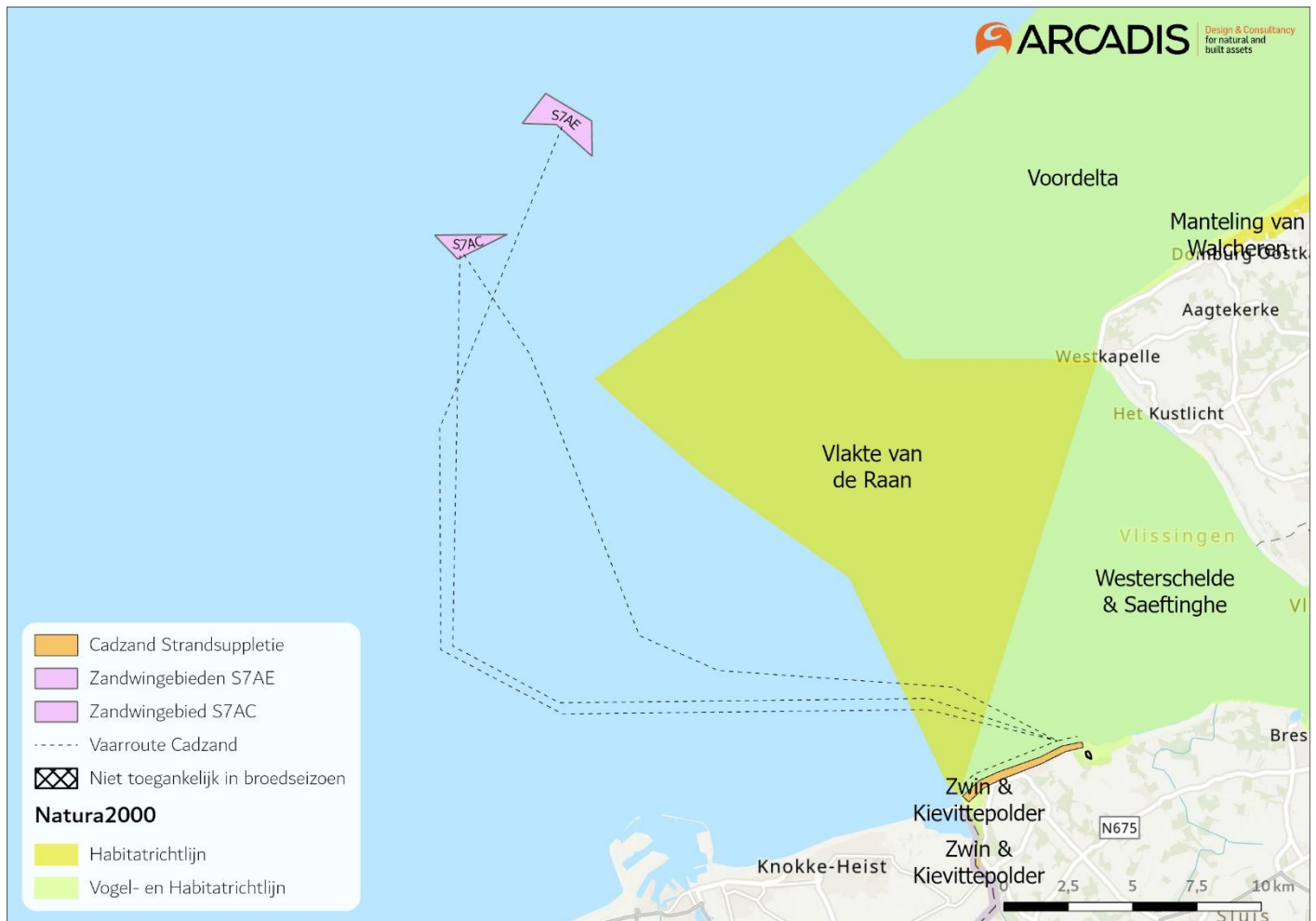
In hoofdstuk 5 staan de conclusies van de toetsingen samengevat. Alle toetsingen tezamen leiden tot een pakket aan voorwaarden waaraan de werkzaamheden moeten voldoen. Deze uitvoeringsvoorwaarden dienen in het ecologisch werkprotocol van de aannemer te worden verwerkt en staan in bijlage A opgenomen. De aannemer dient middels zijn risicodossier en ecologisch werkprotocol aan te geven hoe de aannemer zeker stelt dat het werk volgens de benoemde voorwaarden wordt uitgevoerd. Dit omvat onder andere een beschrijving van de voorgenomen activiteiten, een beschrijving van de te verwachten effecten, beheersmaatregelen die vooraf getroffen moeten worden en, in een later stadium, de resultaten daarvan. Een nadere beschrijving hiervan is opgenomen in de Gedragscode soortenbescherming van Rijkswaterstaat. Het borgingsdocument wordt uiterlijk zes weken voor start van de werkzaamheden gepubliceerd op de site van helpdeskwater.

¹ RWS-handreiking Beheer en Onderhoud (24-3-2020) en de Handreiking beheer en onderhoud van LNV.

2 Voorgenomen activiteit

2.1 Locatie

In Figuur 2-1 zijn de zandwinnakken (S7AC/S7AE), de vaarroutes en de suppletielocatie weergegeven t.o.v. de Natura 2000-gebieden en zones met een toegang beperkend besluit. Hieruit blijkt dat de suppletielocatie gelegen is in Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe. De beoogde zandwinnakken liggen buiten de grenzen van Natura 2000-gebieden. De vaarroute van en naar het beoogde zandwinnak liggen wel binnen de Natura 2000-begrenzing van Westerschelde & Saeftinghe en van Natura 2000-gebied Vlake van de Raan. De landwaardse grens van Westerschelde en Saeftinghe loopt tot aan de hoogwaterlijn van het strand bij Cadzand (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2006). Het strand zelf valt dus grotendeels niet onder de N2000 habitatrichtlijn. Derhalve worden de suppletie-activiteiten getoetst aan de voorwaarden van het beheerplan voor beide Natura 2000-gebieden. Hiermee wordt aan de zorgplicht voldaan. De activiteiten vinden niet plaats in zones waarvoor een Toegang Beperkend Besluit (TBB) geldt.



Figuur 2-1 Overzicht van zandwinnak, indicatieve vaarroute, suppletielocatie en TBB- en Natura 2000-gebieden. De weergegeven TBB-zone ligt ten zuid-oosten van de suppletielocatie in de verdrongen zwarte polder.

2.2 Activiteiten

Het ontwerp is vastgelegd in de Nota Indicatief ontwerp strandsuppletie Zeeuws-Vlaanderen Cadzand 2024 - 2025. De eigenschappen en ontwerpparameters zijn samengevat in Tabel 2-1.

2.2.1 Robuuste toetsing

De situatie op het moment van het opstellen van het indicatief ontwerp kan afwijken van de situatie op het moment van suppleren. Daarnaast zijn er stakeholders geconsulteerd waaruit ook wijzigingen naar voren kunnen komen. Er is daarom een maximum variant (inclusief uitloopraaien) bepaald. De volumes en raaivakken van de maximum variant zijn in Tabel 2-1 toegevoegd. In de toetsing wordt uitgegaan van een worst case scenario. Daarom worden de maximumsuppletiewaarden als uitgangspunt aangehouden. In de praktijk zal meestal in een kleiner areaal met kleinere volumes worden gesuppleerd. Voor de uitvoering wordt een definitief ontwerp vastgesteld, deze valt binnen de kaders van de getoetste maximum variant.

2.2.2 Getoetste activiteiten

De toetsing betreft enkele activiteiten die horen bij de suppletie. Dit betreft activiteiten horende bij het transporteren en suppleren van zand. Zandwinnen is een losstaande activiteit. Het zand wordt per schip getransporteerd. Vanwege ondiepe kustzones is de suppletielocatie soms moeilijk bereikbaar, het is dan noodzakelijk een geleidegeul te baggeren of door een brekerbank te graven. Voor de suppletie Zeeuws-Vlaanderen Cadzand wordt het graven van een geleidegeul of het doorgraven van een brekerbank niet voorzien, deze activiteit wordt daarom niet getoetst. Strandsuppleties worden aangebracht op het droge en deels natte deel van het strand. De mobilisatie en demobilisatie van het materieel (aanleg zinkerleiding en begin persleiding, materieel aanvoeren) duurt meestal enkele dagen, waarbij over zee met schepen of over land met (vracht)wagens materieel wordt aangevoerd op de beginlocatie van de suppletie (daar is vaak ook een tijdelijk depot voor de pijpen). Wanneer het suppletiezand over grotere afstand door de persleiding getransporteerd moet worden, wordt middels een boosterstation de druk op de leiding voldoende hooggehouden. Aansluitend wordt het zand geëgaliseerd en verdeeld door shovels over het strand en worden de persleidingen verlegd.

Tabel 2-1 Specificaties van de strandsuppletie.

Eigenschap	Waarde
Naam	2425_Zeeuws-VlaanderenCadzand_S2427
Locatie	Cadzand
Natura 2000-beheerplan	Westerschelde & Saeftinghe/ Vlake van de Raan/ Zwin & Kievittepolder
Type suppletie	Strandsuppletie
Scope volume suppletie	600.000 m ³
Max volume suppletie	700.000 m ³
Kustvak	17 Zeeuws-Vlaanderen
Raaivlakken (Rijksstrandpalen (RSP) in km in het betreffende kustvak)	9,85 - 14,87
Uitloop raaivlakken (flexraaien; RSP in km in het betreffende kustvak)	9,85 - 14,87
Lengte suppletiegebied	Ca. 5000 m
Uitvoeringsperiode	2024-2025
Toetsjaar	2023
Indicatieve aanlegdiepte	Boven NAP en reikt tot -2 NAP
Indicatieve aanleghoogte	+3.5 m NAP voor het gehele suppletiewerk
Helling	1:25

3 Wnb-gebiedsbescherming

3.1 Relevante Natura 2000-gebieden

De activiteiten vinden plaats in en nabij Natura 2000-gebieden Westerschelde & Saeftinghe, Vlake van de Raan en Zwin & Kievittepolder.

Westerschelde & Saeftinghe

Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe is een meergeulensysteem, waarbij er twee getijdengeulen aanwezig zijn: een ondiepe en vrij rechte vloedgeul, en een diepere slingerende ebgeul (Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie, 2018). Het gebied is het enige estuarium in de Delta met een directe open verbinding naar zee. Kenmerkend zijn de diepe en ondiepe wateren met droogvallende zand- en slikplaten en schorren. In het mondingsgebied is sprake van duinvorming.

Vlake van de Raan

De Vlake van de Raan grenst ten westen aan het Westerscheldegebied. Het gebied is onderdeel van het ondiepe zeegedeelte van de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta. Kenmerkend van dit gebied zijn de permanent overstroomde zandbanken (maximaal 20 meter diep).

Zwin & Kievittepolder

Natura 2000-gebied Zwin & Kievittepolder grenst ten zuidwesten aan het Westerscheldegebied. Het Zwin is een slufteergebied op de grens van Nederland en België. Ongeveer een derde deel van het gebied ligt in Nederland, het grootste deel in België. Het Zwin bevat dynamische duinen en is één van de weinige gebieden in Zeeland met een zandig schor en bijbehorende vegetatie.

Effecten op andere Natura 2000-gebieden zijn uitgesloten. Alleen Natura 2000-gebieden Westerschelde & Saeftinghe, Vlake van de Raan en Zwin & Kievittepolder zijn daarom relevant. In totaal zijn er 12 voorwaarden, zie Tabel 3-1, die betrekking hebben op:

- Zandwinning
- Zandtransport
- Strandsuppletie

3.2 Toegang Beperkend Besluit (TBB)

Binnen het Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe geldt voor een aantal gebieden een Toegang Beperkend Besluit (TBB). Voor overheidstaken zoals onderhoud geldt deze toegangsbeperking echter niet. Daarnaast liggen deze gebieden buiten het werkgebied voor de suppletie en zijn daarom niet relevant.

Binnen Natura 2000-gebieden Vlake van de Raan en Zwin & Kievittepolder zijn geen gebieden met een TBB.

3.3 Toets aan zorgplicht: voorwaarden uit Natura 2000 beheerplannen

3.3.1 Zorgplicht: toetsing voorwaarden beheerplan

In de volgende tabel wordt de suppletie getoetst aan de zorgplicht middels de voorwaarden uit de beheerplannen Westerschelde & Saeftinghe, Vlake van de Raan en Zwin & Kievittepolder. De toetsing kent drie mogelijke uitkomsten, die met de volgende kleuren zijn aangeduid:

Groen

Deze voorwaarde is niet van toepassing of de voorwaarde is wel van toepassing maar leidt niet tot maatregelen voor de uitvoering: aan de voorwaarde wordt voldaan zonder aanvullende maatregelen voor uitvoering.

Oranje	Deze voorwaarde is van toepassing en leidt tot maatregelen voor de uitvoering. Dankzij de maatregelen wordt aan de voorwaarde voldaan. De maatregelen worden opgenomen in ecologisch werkprotocol van de aannemer.
Rood	Aan deze voorwaarde kan niet worden voldaan. Voor deze deelactiviteit is een Passende beoordeling en vergunningprocedure nodig.

Tabel 3-1: Voorwaarden, toetsing en uitvoeringswaarden voor beheerplan Westerschelde en Saeftinghe, Vlake van de Raan en Zwin en Kievittepolder. In de kolom N2000-gebied staat voor welke Natura 2000-gebied de voorwaarde relevant is. W&S: Westerschelde & Saeftinghe. VvdR = Vlake van de Raan. Z&K = Zwin & Kievittepolder.

ID	N2000-gebied	Voorwaarden beheerplan	Toetsing	Uitvoeringsvoorwaarden
Zandwinning				
1	W&S, VvdR	Bij diepe zandwinning (> 2 m) op minimaal 2 km buiten de grens van het Natura 2000 gebied	Het zandwingebied ligt op 7 km afstand buiten het dichtstbijzijnde Natura 2000-gebied.	Geen aanvullende uitvoeringsvoorwaarden.
2	W&S, VvdR	Bij ondiepe winning (2 m) op minimaal 900 meter buiten het Natura 2000-gebied.	Gelijk aan 1.	Geen aanvullende uitvoeringsvoorwaarden.
Zandtransport				
3	W&S	Minimaal 1200m afstand van vaste rustgebieden voor zeehonden. Wanneer dit niet mogelijk is, omdat binnen dit gebied een suppletie plaats moet vinden, dient in ieder geval verstoring van pups te worden voorkomen (zie voorwaarde 4 en 5).	Zeehondenrustplaatsen liggen op meer dan 1.200 m. Zie ook Figuur 3-1.	Geen aanvullende uitvoeringsvoorwaarden.
4	W&S	Bij aanwezigheid van pups niet in de directe nabijheid (>1200m) varen in de zoogperiode (mei-juli) van de gewone zeehond.	Zeehondenrustplaatsen liggen op meer dan 1.200 m, zie ID 3.	Geen aanvullende uitvoeringsvoorwaarden.
5	W&S	Bij aanwezigheid van pups niet in de directe nabijheid (>1200m) varen in de zoogperiode (dec-feb) van de grijze zeehond.	Zeehondenrustplaatsen liggen op meer dan 1.200 m, zie ID 3.	Geen aanvullende uitvoeringsvoorwaarden.
Strandsuppletie				
6	W&S	Niet suppleren gedurende de broedperiode (apr-aug) op bekende broedlocaties van bontbekplevier, strandplevier en dwergstern	In het gebied zijn geen bekende broedlocaties van deze soorten aanwezig. Echter zijn er wel uitvoeringsvoorwaarden.	Indien de werkzaamheden binnen het broedseizoen plaatsvinden, is een broedvogelcheck voorafgaand aan de werkzaamheden noodzakelijk. Als er broedende vogels worden aangetroffen dient een door een deskundige vastgestelde afstand tussen het broedsel en de werkzaamheden aangehouden te worden. Zie paragraaf 4.2.2 voor maatregelen van

ID	N2000-gebied	Voorwaarden beheerplan	Toetsing	Uitvoeringsvoorwaarden
				algemene broedvogels en zorgplicht.
7	W&S	Alternatief: minimaal 350m afstand houden tot broedlocaties van strandplevier (dit is inclusief veiligheidsmarge van 150m).	Voor zover de uitvoering in het broedseizoen plaatsvindt: afstemming met beheerder en controle door aannemer op broedgevallen.	Zie de uitvoeringsvoorwaarden bij voorwaarde 6. Zie paragraaf 4.2.2 voor maatregelen van algemene broedvogels en zorgplicht.
8	W&S	De locaties van gevoelige ecologische waarden (onder andere locaties met groepen vogels en belangrijke foerageer-, broed- en rustgebieden, de locaties van schelpdierconcentraties en de locaties van belangrijke platen voor zeehonden) dienen voorafgaande aan de werkzaamheden inzichtelijk te zijn.	Locaties van bekende zeehond plaatsen zijn behandeld onder Voorwaarde 3 en voor vogels onder 6 en 7. Het Zwin en de Zwarte polder behoren ook tot gevoelige ecologische waarden in de omgeving, de suppletie heeft hier geen effect op, zie ID12.	Geen aanvullende uitvoeringsvoorwaarden.
9	W&S	Bij gevoelige duingebieden aanleg hoogte van de suppletie beperken tot maximaal +3 NAP (ten opzichte van aanleg suppletie tot +4 à 5 NAP)	De suppletie heeft geen effect op aangewezen duinhabitatypen van Westerschelde & Saeftinghe.	Niet van toepassing
10	W&S, Z&K	De samenstelling en korrelgrootte van het zand bij strandsuppleties komt zo veel mogelijk overeen met het zand van het strand dat grenst aan de suppletielocatie	Korrelgrootteverdelingen in de zandwinkvakken zijn vergeleken met het zand op de suppletielocatie, zie paragraaf 3.3.3 en bijlage B.	Als uitvoeringsvoorwaarde zijn aanvullende boringen die tot de maximale winddiepte reiken nodig om met grotere zekerheid conclusies over de diepteintervallen van 2 tot 4 m te trekken. Wanneer de aanvullende boringen de resultaten van de zandkorrelanalyse bevestigen of beter overeenkomen is een verdere analyse niet nodig. Wanneer de resultaten van de aanvullende boringen minder goed overeenkomen dan moet er overleg met een deskundige plaatsvinden
11	W&S	Onderzoek naar aanwezigheid foerageergebieden van steenloper en effecten van suppleties op foerageergebieden	Onderzoek naar aanwezigheid foerageergebieden van steenloper en effecten van suppleties op foerageergebieden is	Er zijn geen uitvoeringsvoorwaarde van toepassing zijn, zie paragraaf 3.3.4 voor resultaten.

ID	N2000-gebied	Voorwaarden beheerplan	Toetsing	Uitvoeringsvoorwaarden
			niet aanwezig. In paragraaf 3.3.4. wordt het voorkomen van de steenloper in het projectgebied behandeld.	
12	Z&K	Suppleties die worden uitgevoerd binnen 1 kilometer van zilte pionierbegroeiingen, slijkgrasvelden en/of schorren en zilte graslanden zijn alleen toegelaten als Rijkswaterstaat aantoont dat de suppletie geen negatieve effecten veroorzaakt op deze habitattypen.	Habitattypen bevinden zich binnen 1 kilometer van de suppleties.	De aannemer mag het Zwin en de Zwarte Polder niet betreden met materiaal en/of personen, zie paragraaf 3.3.5 voor resultaten.

3.3.2 Toetsing voorwaarden zeehonden

De vaarroute ligt op 1700 meter afstand van de rustplaats. Volgens het beheerplan wordt de locatie niet als rustplaats gebruikt door gewone zeehonden, zie Figuur 3-1. Op basis van verspreidingsgegevens² en het beheerplan is de aanwezigheid van zeehonden met pups uitgesloten. Pups zijn meer landinwaarts aanwezig.



Figuur 3-1 Het projectgebied van zandsuppleties in relatie tot zeehondenrustplaatsen.

² Hoekstein, M.S.J., M. Sluiter & K.D. van Straalen, 2022. Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2020/2021. Rijkswaterstaat, Centrale informatievoorziening Rapport BM 22.02. Deltamilieu Projecten Rapportnr. 2022-01. Deltamilieu Projecten, Vlissingen.

3.3.3 Zandkorrelanalyse

De zandwinkvakken zijn onderzocht op zandkorrelgrootte (zie bijlage B). Bij het vergelijken van de korrelgrootte van de wingebeden en het suppletiegebied is de mediane korrelgrootte (D50) als indicator gebruikt. Als basis voor de vergelijking tussen zandwin- en suppletiegebied is daarnaast gebruik gemaakt van beschikbare (literatuur)waarden van korrelgrootte in de suppletiegebieden. De literatuurwaarden langs de Nederlandse kust komen uit Kohsiek, (1984); van Bemmelen, (1988). Recentere data zijn niet beschikbaar. Op basis van de zandkorrelanalyse is duidelijk geworden dat het zandwinkvak S7AC beperkt (20-30% verschil) overeenkomt met de suppletielocatie. Het zandwinkvak S7AE komt redelijk overeen (10-20% verschil).

In de praktijk kan blijken dat het zand wel overeenkomt met al opgespoten zand uit eerdere suppleties wat nog aanwezig is. Daarnaast is het waarschijnlijk dat het zand uit de zandwinkvakken in praktijk beter overeenkomt met het zand in het suppletievak:

- De gemiddelde D50 in het suppletievak kan enigszins onderschat worden door suppleties die na de monsternamen door Van Bemmelen (1988) plaats hebben gevonden. Deze kunnen het strandzand mogelijk grover hebben gemaakt over tijd heen. Op de suppletielocatie Cadzand zijn in het verleden namelijk regelmatig strandsuppleties uitgevoerd die overlappen met (een deel van) de geplande suppletielocatie, namelijk in 1990, 1992, 1994, 1998, 2001, 2005, 2009, 2013, 2014, 2015 en 2019. Hoe sterk de korrelgrootte op het strand hierdoor veranderd is, is echter niet bekend.
- Mogelijk is dit verschil iets kleiner als er rekening wordt gehouden met de kalkfractie die in de monsters van Van Bemmelen (1988) verwijderd is, maar niet in de boringen in het zandwinkvak.
- Voor beide zandwinkvakken is zichtbaar dat het grofste zand, dat het meest afwijkt van de D50 in het suppletievak, in de bovenste twee meter ligt. Hier wijkt de D50 37% en 40% af voor de zandwinkvakken S7AC en S7AE (o.b.v. de data van Van Bemmelen (1988)). Vanwege de eerdere suppleties waarvoor zand gewonnen is, is deze laag waarschijnlijk al grotendeels weg, en is de overeenkomst van het resterend zand uit beide vakken beter dan het huidige gemiddelde.

De voorwaarde uit het beheerplan luidt als volgt: *De samenstelling en korrelgrootte van het zand bij strandsuppleties komt zo veel mogelijk overeen met het zand van het strand dat grenst aan de suppletielocatie* (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016). Binnen het te gebruiken zandwinkvak is geen zand verkrijgbaar dat beter overeenkomt.

Een verschil in korrelgrootte kan morfologische veranderingen zoals aangroei en afslag van duinen en sterke verstuiwing van zand tweebrengen die een effect kunnen hebben op habitattypen zoals Embryonale duinen (H2110), Witte duinen (H2120) en in mindere mate Grijs duinen (H2130). Gezien de ligging van de suppletielocatie is dit niet het geval bij Cadzand aangezien er geen kwetsbare habitattypen in de omgeving liggen van de suppletie. De suppletielocatie is uitsluitend aan de westzijde binnen Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe gelegen. Er zijn hier geen directe gevoelige habitattypen in de buurt en het zand zal (gevoelige) habitattypen niet bereiken. Het gebruikte zand uit de zandwinkvakken komt niet overeen met historische data over de suppletielocatie, maar wordt wel gewonnen nabij het eigen gebied. Voor het vak S7AC zijn er geen uitvoeringsvoorwaarden. Voor het zandwinkvak S7AE geldt dat de mate van overeenkomst redelijk is: de gemiddelde D₅₀ in het zandwinkvak tot een maximale winddiepte van 4 m ten opzichte van het maaiveld is gemiddeld 17% grover dan de gemiddelde D₅₀ op het strand in het suppletievak volgens Van Bemmelen (1988). Voor het zandwinkvak S7AE, is dit wel gebaseerd op zeer weinig boringen waardoor de betrouwbaarheid minder wordt geacht. **Als uitvoeringsvoorwaarde zijn aanvullende boringen die tot de maximale winddiepte reiken nodig om met grotere zekerheid conclusies over de diepte-intervallen van 2 tot 4 m te trekken. Wanneer de aanvullende boringen de resultaten van de zandkorrelanalyse bevestigen of beter overeenkomen is een verdere analyse niet nodig. Wanneer de resultaten van de aanvullende boringen minder goed overeenkomen dan moet er overleg met een deskundige plaatsvinden.**

Wanneer gebruik wordt gemaakt van het zand uit de zandwinkvakken en de uitvoeringsvoorwaarde voor zandwinkvak S7AE wordt gehanteerd heeft het geen negatief effect op het doelbereik van deze maatregel (behoud van natuurtypen) en kwalificeert dus als 'zo veel mogelijk overeen'.

3.3.4 Steenloper

Het beheerplan Westerschelde & Saeftinghe verbindt als voorwaarde aan strandsuppleties in de Westerschelde onder meer dat onderzoek wordt gedaan naar de aanwezigheid foerageergebieden van de steenloper en de effecten van

suppleties op deze foerageergebieden. Dit onderzoek heeft niet plaatsgevonden. In deze paragraaf wordt het voorkomen van de steenloper in het projectgebied beschreven.

In de wintermaanden is steenloper in of rond het suppletiegebied te verwachten. Op basis van de Sovon telgegevens zijn de aantallen gemiddeld (maximaal tot 250 exemplaren per 5 km²) (Sovon, 2023). In NDFF zijn ongeveer 400 waarnemingen van deze soort in de periode van 2017- 2023 gemaakt nabij het suppletiegebied.

De paalhoofden aan de kust bieden geschikt foerageergebied voor steenloper. De soort foerageert echter ook op het strand. Een bedekking van het gebied langs de laagwaterlijn met een laag zand kan de voedselbeschikbaarheid tijdelijk verminderen. Er is voldoende alternatief leefgebied aanwezig op het strand of in de nabije omgeving. Na afronding blijft een strand (met vloedmerk) aanwezig. Ook de paalhoofden blijven na de suppletie beschikbaar als foerageergebied. Er zijn daarom geen negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstelling. Effecten zijn op voorhand uit te sluiten en er zijn geen uitvoeringsvoorwaarde van toepassing.

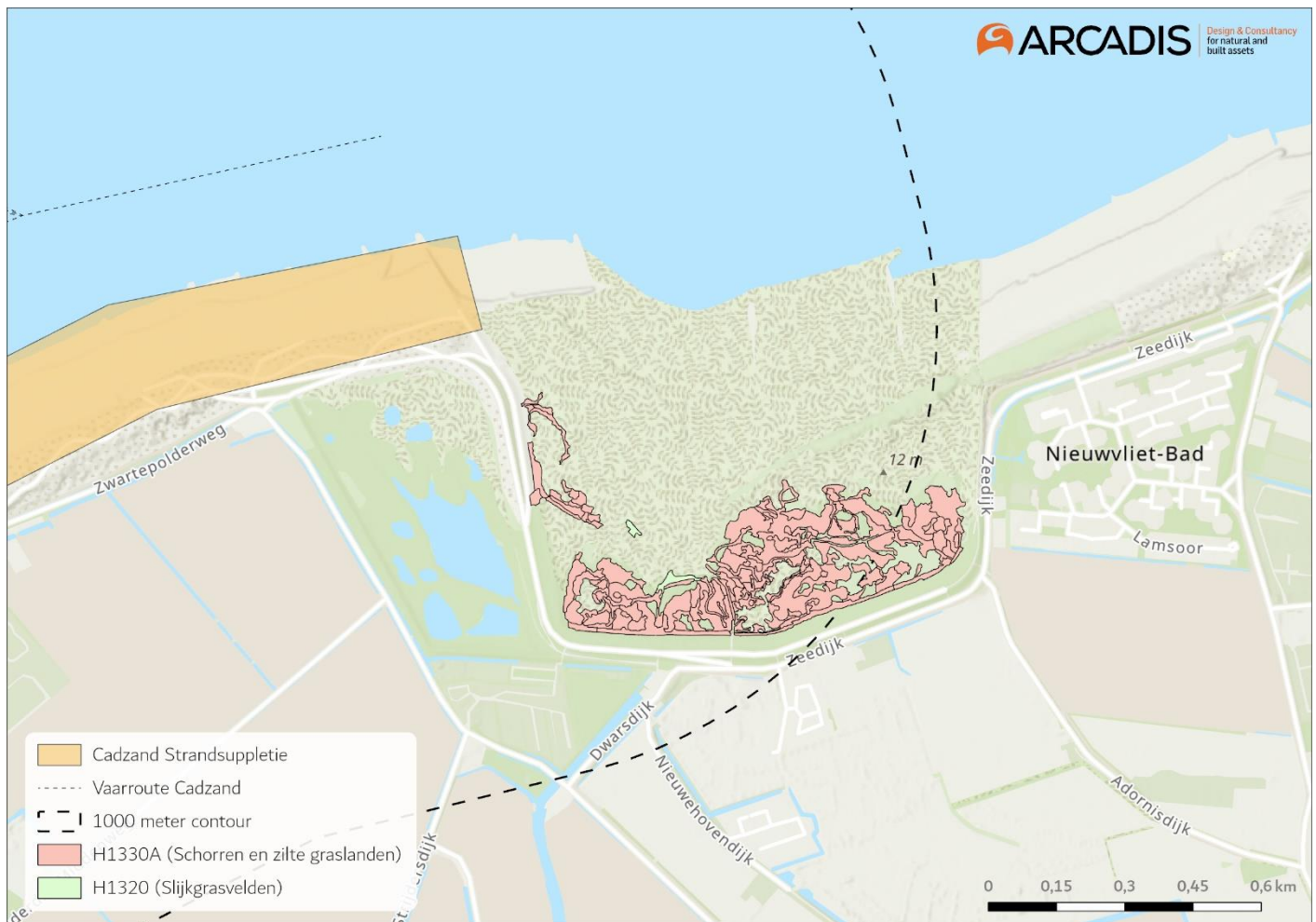
3.3.5 Toetsing voorwaarden zilte pionierbegroeiingen, slijkgrasvelden en/of schorren en zilte graslanden

Binnen 1 kilometer van de zandsuppleties bij Cadzand zijn gevoelige habitattypen aanwezig (Figuur 3-2 en Figuur 3-3). Zilte pionierbegroeiingen, slijkgrasvelden, schorren en zilte graslanden liggen deels binnen een afstand van minder dan 1 km van de suppletie Cadzand. Deze liggen echter in een 'kom' achter witte duinen en duindoornstruwelen (zie onderstaande afbeelding) en liggen zo buiten de invloedssfeer van de suppleties. Om ervoor te zorgen dat er geen materiaal dichtbij gevoelige habitattypen komt geldt de volgende uitvoeringsvoorwaarde:

- De aannemer mag het Zwin en de Zwarte Polder niet betreden met materiaal en/of personen.



Figuur 3-2: Relevante habitattypen in 't Zwin binnen 1 kilometer van de strandsuppletie.



Figuur 3-3 Relevante habitattypes in Westerschelde & Saeftinghe (Zwarte polder) binnen 1 kilometer van de strandsuppletie.

3.3.6 Conclusie zorgplicht Natura 2000-gebieden Westerschelde & Saeftinghe, Vlake van de Raan en Zwin en Kievittepolder

Het voornemen is getoetst aan de uitvoeringsvoorwaarden van het Natura 2000-beheerplan Wersterschelde & Saeftinghe, Vlake van de Raan en het Zwin en Kievittepolder. Uit de toetsing en onderzoek blijkt dat er uitvoeringsvoorwaarden van toepassing zijn. Deze zijn weergegeven in Tabel 3-2. De uitvoeringsvoorwaarden moeten in het ecologisch werkprotocol van de aannemer worden opgenomen. Middels dit ecologisch werkprotocol en de uitkomsten van beheersmaatregelen, waaraan de aannemer contractueel gebonden is, wordt het naleven van de zorgplicht geborgd. Wanneer de wijze waarop de suppletie wordt uitgevoerd afwijkt van wat in de toets is beschreven, dient opnieuw getoetst te worden of de suppletie nog voldoet aan de voorwaarden van beheer en onderhoud.

Tabel 3-2 Uitvoeringsvoorwaarden voor ecologisch werkprotocol aannemer

ID Voorwaarden in ecologisch werkprotocol aannemer

- 1 Indien de werkzaamheden binnen het broedseizoen plaatsvinden, is een broedvogelcheck door de ecooloog van de aannemer voorafgaand aan de werkzaamheden noodzakelijk. **Zie paragraaf 4.2.2 voor maatregelen van algemene broedvogels en zorgplicht.**
- 2 Inzet deskundige
- 3 Als uitvoeringsvoorwaarde zijn aanvullende boringen die tot de maximale winddiepte reiken nodig om met grotere zekerheid conclusies over de diepte-intervallen van 2 tot 4 m te trekken. Wanneer de aanvullende boringen de resultaten van de zandkorrelanalyse bevestigen of beter overeenkomen is een verdere analyse niet nodig. Wanneer de resultaten van de aanvullende boringen minder goed overeen komen dan moet er overleg met een deskundige plaatsvinden.
- 4 De aannemer mag het Zwin en de Zwarte Polder niet betreden met materiaal en/of personen.

4 Wnb-Soortenbescherming

4.1 Werkwijze Wnb Soortenbescherming

In artikel 3.31 Wet natuurbescherming is geregeld dat er een vrijstelling geldt van enkele verbodsbepalingen als gewerkt wordt conform een zogenaamde gedragscode. Werken volgens een gedragscode heeft als voordeel dat geen ontheffingsprocedure hoeft te worden doorlopen. Ten behoeve van de werkzaamheden van Rijkswaterstaat is een gedragscode vastgesteld en goedgekeurd op 29 september 2018 door de minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Deze gedragscode is van toepassing op alle beschermde planten- en diersoorten en ziet toe op de volgende werkzaamheden:

- Bestendig beheer of onderhoud aan vaarwegen, watergangen, waterkeringen, waterstaatswerken, oevers, wegen, of in het kader van natuurbeheer
- Kleinschalige ruimtelijke ontwikkeling of inrichting

De RWS-gedragscode is van toepassing op de uitvoering van de suppleties omdat de werkzaamheden beheer en onderhoud betreffen.

De eerste stap uit de Gedragscode is het inventariseren van mogelijk aanwezige beschermde soorten. In dit borgingsdocument is de aanwezigheid van beschermde soorten bepaald aan de hand van de volgende gegevens:

- Regionale en landelijke verspreidingsdata
- Nationale Databank Flora en Fauna (NDFF) (NDFF, 2023)
- Overleg met terreinbeheerders (Pers.Comm., 2023)

Op basis van bovenstaande gegevens is getoetst of de beschermde soorten aanwezig zijn en welke maatregelen nodig zijn. Deze maatregelen worden in het werkprotocol van de aannemer uitgewerkt. In volgend schema staan de stappen en wie daarvoor verantwoordelijk is toegelicht. In dit borgingsdocument wordt stap 1 uitgevoerd het verzamelen van inventarisatiegegevens. Tevens worden mogelijke effecten geanalyseerd en aangegeven welke maatregelen nodig zijn. De aannemer werkt dit vervolgens uit in het ecologisch werkprotocol dat wordt getoetst en gebruikt in het project. Alle hiervoor geldende stappen zijn volledig samengevat in Figuur 4-1.



Figuur 4-1 Verantwoordelijkheid per partij bij werken conform de Gedragscode van Rijkswaterstaat.

4.2 Toetsing Wnb-Soortenbescherming

Tabel 4-1 geeft aan welke beschermde soorten mogelijk binnen de invloedsfeer van de activiteiten aanwezig zijn en welke effecten mogelijk optreden.

Tabel 4-1 Beoordeling beschermde soorten op en nabij suppletielocatie en in duinen

Soortgroep/soort	Mogelijke aanwezigheid en beoordeling	Uitvoeringsvoorwaarden
Planten		
Verskillende soorten in duinen	Op basis van data van NTFF en kaartdata is vastgesteld dat er geen gevoelige duinplanten aanwezig zijn op of in de directe nabijheid van het strand. Duinplanten worden niet beïnvloed door suppletie, vervoersbewegingen en/of verstuingen van kalkrijk zand.	Geen aanvullende uitvoeringsvoorwaarden.
Zeezoogdieren		
Bruinvis	Bruinvis is beschermd onder Wnb artikel 3.5 waarvoor een verbod op aantasting van verblijfplaatsen geldt én op verstoring. Binnen de eerste drie kilometer uit de kust worden bruinvissen bijna overal gezien, met de grootste dichtheden in jan-mrt. Hoewel lokaal en tijdelijk verstoring kan optreden, zullen effecten op de bruinvis als gevolg van onderwatergeluid verwaarloosbaar klein zijn. Blijvende effecten zijn uitgesloten.	Geen aanvullende uitvoeringsvoorwaarden.
Gewone zeehond	Voor deze soorten geldt vanuit de Wnb geen verbod op verstoring. De vaarroute gaat niet langs een rustplaats van zeehonden. Incidenteel liggen deze soorten te rusten op het strand.	Geen aanvullende uitvoeringsvoorwaarden.
Grijze zeehond		
Grondgebonden zoogdieren		
Diverse soorten	De mogelijk aanwezige soorten zijn beschermd via Wnb art. 3.10. Voor deze soorten geldt geen verbod op verstoring alleen aantasting van verblijfplaatsen. De verblijfplaatsen bevinden zich nooit op het strand of open water waar suppleties plaatsvinden en altijd in duinen waar geen werkzaamheden plaatsvinden. Er is daarom geen overtreding van de Wnb.	Geen aanvullende uitvoeringsvoorwaarden.
Vleermuizen		

Soortgroep/soort	Mogelijke aanwezigheid en beoordeling	Uitvoeringsvoorwaarden
Diverse soorten	Voor vleermuizen geldt een verbod op aantasting verblijfplaatsen en op verstoring. De kustzone is een belangrijke vliegroute. Vliegroutes worden gevormd door lijnvormige landschapselementen zoals de duinenrij of de kustlijn. De werkzaamheden zorgen niet voor blokkades of gaten in deze lijnvormige elementen. Wanneer werkzaamheden 's nachts plaatsvinden is verstoring echter niet uitgesloten. De effectbeoordeling van verstoring is in groter in detail beschreven in paragraaf 4.2.1.	Bij de uitvoer geldt ten minste één van de onderstaande uitvoeringsvoorwaarde: • Er wordt buiten het actieve seizoen (1 april tot 1 november gewerkt); • OF; Indien het niet mogelijk is om buiten het actieve seizoen van vleermuizen te werken (1 april tot 1 november), dienen de werkzaamheden tussen zonsopkomst en zonsondergang uitgevoerd te worden zonder kunstlicht • OF; Indien er verlichting nodig is dient vleermuisvriendelijke verlichting (amber gekleurd licht) met zo min mogelijk uitstraling gebruikt te worden. Bij deze laatste optie dient ook gemotiveerd te worden waarom het gebruik van verlichting nodig is en dit echt niet anders kan.
Vogels		
Broedvogels op het strand en in de duinen	Van verschillende soorten kunnen broedgevallen op strand en in zeereep niet uitgesloten worden. De effectbeoordeling van verstoring is in groter detail beschreven in paragraaf 4.2.2.	Indien de werkzaamheden binnen het broedseizoen plaatsvinden, is een broedvogelcheck voorafgaand aan de werkzaamheden noodzakelijk. Als er broedende vogels worden aangetroffen dient een door een deskundige vastgestelde afstand tussen het broedsel en de werkzaamheden aangehouden te worden. Specifiek voor bontbekplevieren, strandplevieren en dwergsterns geldt dat deze afstand 350 meter moet zijn, conform het beheerplan van Westerschelde & Saeftinghe (zie tabel 2-1)
Foeragerende vogels	Een aantal zeevogelsoorten foerageert in het gebied dat door de suppletieactiviteiten wordt beïnvloed. Het gaat overwegend om duikers, zee-eenden, meeuwen en sterns. De effectbeoordeling van verstoring is in groter detail beschreven in paragraaf 4.2.3.	Geen aanvullende uitvoeringsvoorwaarden.
Amfibieën en reptielen		
Diverse soorten	Niet op en nabij strand. Wordt niet beïnvloed door suppletie en of Vervoersbewegingen.	Geen aanvullende uitvoeringsvoorwaarden.
Vissen		

Soortgroep/soort	Mogelijke aanwezigheid en beoordeling	Uitvoeringsvoorwaarden
Steur en houting	Beschermde vissen ondervinden geen effect van werkzaamheden van de strandsuppletie.	Geen aanvullende uitvoeringsvoorwaarden.
Vlinders, libellen en overige ongewervelden		
Diverse soorten	Komen voor op en nabij stranden, maar stranden zijn geen essentieel leefgebied voor soorten. Worden niet beïnvloed door suppletie en of vervoersbewegingen.	Geen aanvullende uitvoeringsvoorwaarden.

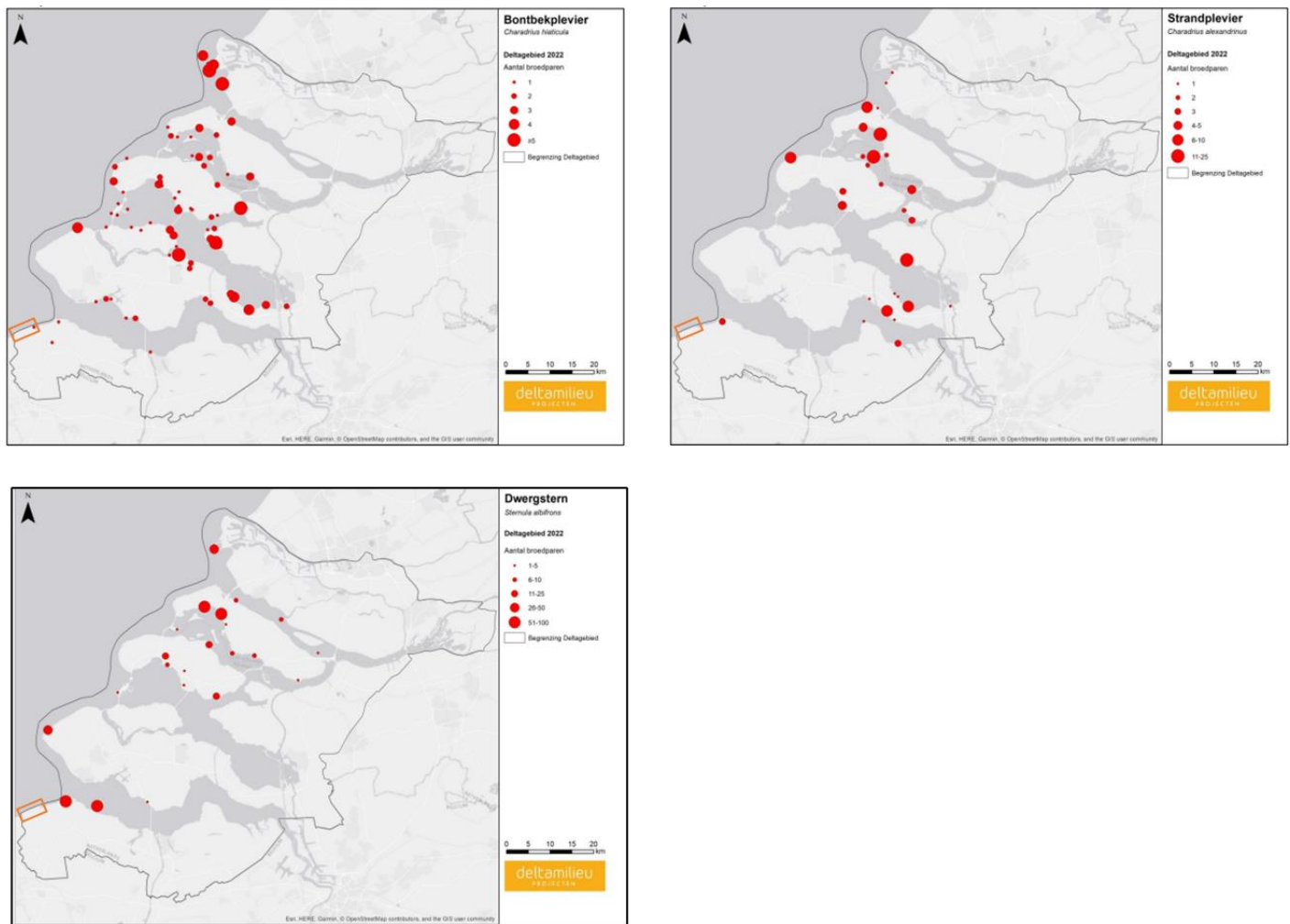
4.2.1 Vleermuizen

De kustzone is een belangrijke vliegroute met name voor vleermuizen op trek zoals de ruige dwergvleermuis. Vliegroutes worden gevormd door lijnvormige landschapselementen zoals de duinenrij of de kustlijn. Vleermuizen zijn beschermd via Wnb art. 3.5. Voor vleermuizen geldt daarom een verbod op aantasting verblijfplaatsen en op verstoring. Verblijfplaatsen bevinden zich in bomen of gebouwen en nooit op het strand of open water waar suppleties plaatsvinden. De kustzone is wel een belangrijke vliegroute met name voor vleermuizen op trek zoals de ruige dwergvleermuis. Vliegroutes worden gevormd door lijnvormige landschapselementen zoals de duinenrij of de kustlijn. De werkzaamheden zorgen niet voor blokkerende of gaten in deze lijnvormige elementen. Ook blijft overdag tijdens de werkzaamheden de kustlijn functioneel als vliegroute, de werkzaamheden zijn namelijk plaatselijk, er zijn altijd uitwijkmogelijkheden beschikbaar in achterliggende duinen of verder op het strand. Als werkzaamheden 's nachts plaatsvinden en er gebruik gemaakt wordt van licht worden vleermuizen mogelijk wel verstoord. Om dit te vermijden gelden de volgende voorwaarden, waarbij de uitvoer aan ten minste één van deze uitvoeringsvoorwaarde moet voldoen:

- Er wordt buiten het actieve seizoen (1 april tot 1 november gewerkt) OF;
- Indien het niet mogelijk is om buiten het actieve seizoen van vleermuizen te werken (1 april tot 1 november), dienen de werkzaamheden tussen zonsopkomst en zonsondergang uitgevoerd te worden zonder kunstlicht OF;
- Indien er verlichting nodig is dient vleermuisvriendelijke verlichting (amber gekleurd licht) met zo min mogelijk uitstraling gebruikt te worden. Bij deze laatste optie dient ook gemotiveerd te worden waarom het gebruik van verlichting nodig is en dit echt niet anders kan.

4.2.2 Broedvogels

Van verschillende soorten kunnen broedgevallen op strand en in zeereep niet uitgesloten worden (Lilipay & Sluijter, 2022). Uit verspreidingsgegevens blijkt dat op de suppletielocatie en omgeving broedende vogels aanwezig kunnen zijn Figuur 4-2.



Figuur 4-2: Verspreiding van broedparen van bontbekplevier (linksboven), strandplevier (rechtsboven) en dwergstern (onder). Het oranje kader geeft het projectgebied aan (aangepast uit (Lilipay & Sluijter, 2022).

Verstoring van op het strand broedende vogels of vernielen van nesten en/of eieren is daarom niet uitgesloten. Als er buiten het broedseizoen wordt gewerkt zijn er geen effecten op broedvogels. Wanneer binnen het broedseizoen wordt gewerkt zijn de volgende uitvoeringsvoorwaarde van belang:

- Indien de werkzaamheden binnen het broedseizoen plaatsvinden, is een broedvogelcheck voorafgaand aan de werkzaamheden noodzakelijk.
- Als er broedende vogels worden aangetroffen dient een door een deskundige vastgestelde afstand tussen het broedsel en de werkzaamheden aangehouden te worden. Specifiek voor strandplevieren geldt dat deze afstand 350 meter moet zijn, conform het beheerplan van de Westerschelde (zie Tabel 3-1).

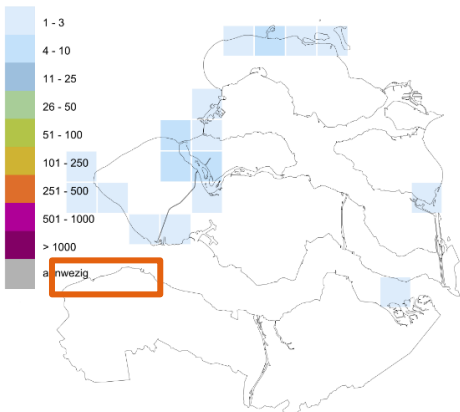
Met bovenstaande maatregelen wordt volgens de geldende gedragscode gewerkt en voldaan aan de zorgplicht.

4.2.3 Foeragerende vogels

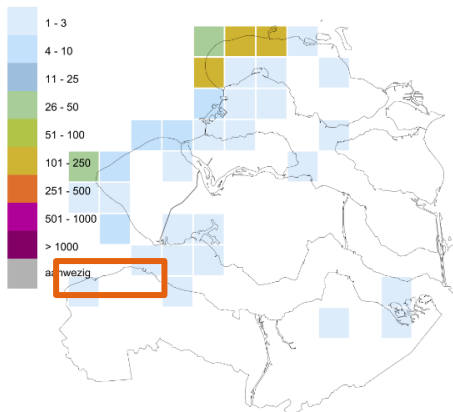
Omdat roodkeelduiker en parelduiker zeer verstoringgevoelig zijn, wordt door Krijgsveld et al., (2022) voor deze soorten een verstoringafstand tot 2.000 meter aangenomen. Tijdens de zandwinning, het zandtransport en zandsuppletie kunnen foeragerende duikers worden verstoord. In Figuur 4-2 is de meest recente verspreiding van parelduikers, roodkeelduikers en zwarte zee-eenden in Zeeland weergegeven. Alleen daar waar hoge concentraties vogels locatiegebonden aanwezig zijn (met name door goede foerageerlocaties) kan de herhalende verstoring door transportbewegingen tot negatieve effecten leiden. Het kan voorkomen dat ze in hoge concentraties nabij een school vissen verblijven, maar ook deze zijn mobiel en verplaatsen zich over een bepaald gebied. Wel kunnen groepen rustende duikers voorkomen, die zich mee laten voeren met de getijdestroom. Aangezien een cyclus van zandwinning,

-transport en suppleren enkele uren kost, zal geen frequente herhaaldelijke verstoring optreden. In de omgeving van de werkzaamheden zijn beide soorten duikers niet sterk locatiegebonden. Er is geen sprake van verstoring die een gevolg kan hebben op de staat van instandhouding van deze soorten. De werkzaamheden kunnen dus plaats vinden onder de gedragscode en voldoen aan de zorgplicht.

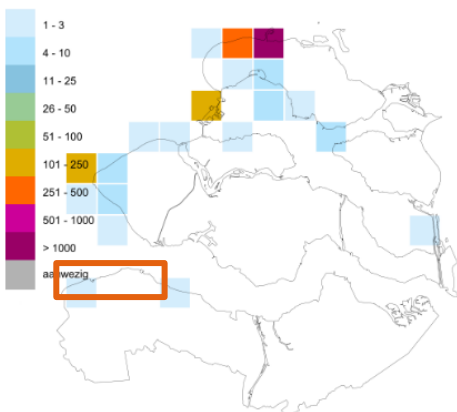
Parelduiker - *Gavia arctica*
niet broedvogels
verspreiding
2013-2015



Roodkeelduiker - *Gavia stellata*
niet broedvogels
verspreiding
2013-2015



Zwarte Zee-eend - *Melanitta nigra*
niet broedvogels
verspreiding
2013-2015



Figuur 4-2 Verspreiding van parelduikers (linksboven), roodkeelduikers (rechtsboven) en zwarte zee-eenden in Zeeland in de winter (periode 2013 tot 2015) (SOVON, 2023a, 2023b, 2023c). Projectgebied is aangegeven met oranje kader.

4.3 Conclusies Wnb Soortenbescherming

De conclusie ten aanzien van beschermde soorten is dat het overtreden van verbodsbepalingen die gelden voor beschermde soorten zijn uitgesloten wanneer aan de gedragscode en uitvoeringsvoorwaarden wordt voldaan, zie Tabel 4-2. Hierbij is ook de algemene zorgplicht en bijbehorende voorwaarde van toepassing die gelden voor alle strandsuppleties en die niet gebonden zijn aan specifiek voor enkele soorten. Zo is de algemene zorgplicht van toepassing, kunnen beschermde soorten onverwachts aanwezig zijn en moet er een deskundig ecooloog ingezet worden. Al deze voorwaarden moeten in het ecologisch werkprotocol van de aannemer worden uitgewerkt.

Tabel 4-2 Uitvoeringsvoorwaarden die opgenomen moeten worden in het ecologisch werkprotocol van de aannemer. In de kolom ID staat het nummer van de voorwaarde. Deze nummers corresponderen met of lopen door vanaf de nummering die in hoofdstuk 3 gebruikt is. Voorwaarden met een lichtoranje achtergrond gelden ook vanuit gebiedsbescherming.

ID Voorwaarden in ecologisch werkprotocol aannemer

1	Indien de werkzaamheden binnen het broedseizoen plaatsvinden, is een broedvogelcheck voorafgaand aan de werkzaamheden noodzakelijk. Als er broedende vogels worden aangetroffen dient een door een deskundige vastgestelde afstand tussen het broedsel en de werkzaamheden aangehouden te worden. Specifiek voor strandplevieren geldt dat deze afstand 350 meter moet zijn, conform het beheerplan van de Westerschelde (zie Tabel 3-1).
2	Inzet deskundige (zie hoofdstuk 5)
5	Er moet voldaan worden aan ten minste één van de volgende punten: • Er wordt buiten het actieve seizoen (1 april tot 1 november) gewerkt OF; • Indien het niet mogelijk is om buiten het actieve seizoen van vleermuizen te werken (1 april tot 1 november), dienen de werkzaamheden tussen zonsopkomst en zonsondergang uitgevoerd te worden zonder kunstlicht OF; • Indien er verlichting nodig is dient vleermuisvriendelijke verlichting (amber gekleurd licht) met zo min mogelijk uitstraling gebruikt te worden. Bij deze laatste optie dient ook gemotiveerd te worden waarom het gebruik van verlichting nodig is en dit echt niet anders kan.
6	Algemene zorgplicht (zie hoofdstuk 5)
7	Onverwachte aanwezigheid van beschermde soorten (zie hoofdstuk 5)

5 Conclusie

5.1 Gebiedsbescherming

Voor de activiteiten zandtransport en zandsuppletie gelden de voorwaarden uit beheerplannen van Westerschelde & Saeftinghe, Vlake van de Raan en Zwin & Kievittepolder. Wanneer wordt voldaan aan de voorwaarden uit Tabel 5-1 en deze worden opgenomen in het ecologisch werkprotocol van de aannemer wordt voldaan aan de voorwaarden voor beheer en onderhoud. Middels het ecologisch werkprotocol en de resultaten van beheersmaatregelen waaraan de aannemer contractueel gebonden is, wordt het naleven van de zorgplicht geborgd. Als de wijze van uitvoering of periode van de suppletie wijzigt, dient opnieuw getoetst te worden of de suppletie nog voldoet aan de voorwaarden.

5.2 Soortbescherming

De activiteiten hebben geen negatieve effecten op beschermde soort(groepen) mits de maatregelen in Tabel 5-1 in het ecologisch werkprotocol van de aannemer worden opgenomen. Hiermee wordt voldaan aan de zorgplicht en kan gewerkt worden volgens de gedragscode.

5.3 Uitvoeringsvoorwaarden

In Tabel 5-1 staan de uitvoeringsvoorwaarden voor dit project vanuit zowel de gebieds- als de soortenbescherming. In Bijlage A staan de acties die gelden voor de aannemer naar aanleiding van de uitvoeringsvoorwaarden.

Tabel 5-1 Uitvoeringsvoorwaarden (vanuit de gebieds- en soortbescherming) die opgenomen moeten worden in het ecologisch werkprotocol van de aannemer

ID	Geld voor gebied of soort	Maatregel voor	Voorwaarden in ecologisch werkprotocol aannemer
1	Gebied/soort	Broedvogels	Indien de werkzaamheden binnen het broedseizoen plaatsvinden, is een broedvogelcheck voorafgaand aan de werkzaamheden noodzakelijk. Als er broedende vogels worden aangetroffen dient een door een deskundige vastgestelde afstand tussen het broedsel en de werkzaamheden aangehouden te worden. Specifiek voor strandplevieren geldt dat deze afstand 350 meter moet zijn, conform het beheerplan van de Westerschelde & Saeftinghe (zie Error! Reference source not found.).
2	Gebied/soort	Deskundige	De voorwaarden worden uitgevoerd door of onder toezicht van een ecologisch deskundige. Dit is een persoon die aantoonbaar een opleiding, kennis en ervaring heeft op het gebied van de (soort)specifieke ecologie. De deskundige heeft een afgeronde hbo of universitaire opleiding met als zwaartepunt (Nederlandse) ecologie of; een afgeronde mbo-opleiding, met als zwaartepunt soortenherkenning en zorgvuldig handelen ten opzichte van in Nederland in het wild voorkomende planten en dieren. Daarnaast heeft de deskundige praktijkervaring opgedaan, via een ecologisch adviesbureau, zoals een bureau dat is aangesloten bij het Netwerk Groene Bureaus, natuur beherende organisaties of organisaties die zich inzetten op het gebied van soortenbescherming. Of is een medewerker van Rijkswaterstaat die aantoonbaar ervaringskennis heeft van de betreffende soorten in de beheergebieden van Rijkswaterstaat.
3	Gebied	Habitattypen en duingebied	Als uitvoeringsvoorwaarde zijn aanvullende boringen die tot de maximale winddiepte reiken nodig om met grotere zekerheid conclusies over de diepteintervallen van 2 tot 4 m te trekken. Wanneer de aanvullende boringen de resultaten van de zandkorrelanalyse bevestigen of beter overeenkomen is een verdere analyse niet nodig. Wanneer de resultaten van de aanvullende boringen minder goed overeen komen dan moet er overleg met een deskundige plaatsvinden
4	Gebied	Habitattypen	De aannemer mag het Zwin en de Zwarte Polder niet betreden met materiaal en/of personen.
5	Soort	Vleermuizen	Er moet voldaan worden aan ten minste één van de volgende punten: • Er wordt buiten het actieve seizoen (1 april tot 1 november) gewerkt OF;

ID	Geld voor gebied of soort	Maatregel voor	Voorwaarden in ecologisch werkprotocol aannemer
			• Indien het niet mogelijk is om buiten het actieve seizoen van vleermuizen te werken (1 april tot 1 november), dienen de werkzaamheden tussen zonsopkomst en zonsondergang uitgevoerd te worden zonder kunstlicht OF; • Indien er verlichting nodig is dient vleermuisvriendelijke verlichting (amber gekleurd licht) met zo min mogelijk uitstraling gebruikt te worden. Bij deze laatste optie dient ook gemotiveerd te worden waarom het gebruik van verlichting nodig is en dit echt niet anders kan.
6	Gebied/soort	Uitwerking zorgplicht	De zorgplicht houdt in dat één ieder voldoende zorg in acht neemt voor de in het wild levende dieren en planten, alsmede hun directe leefomgeving. De zorgplicht geldt altijd en voor alle planten, dieren en beschermde natuurgebieden. In gewone bewoordingen houdt de zorgplicht in dat gewerkt wordt met respect voor de natuur en voor levende dieren en planten. Zo moeten dieren die kunnen vluchten voor de werkzaamheden de kans daartoe geboden worden. De aannemer geeft aan op welke wijze aan de zorgplicht invulling wordt gegeven.
7	Soort	Onverwachte aanwezigheid van beschermde soorten	Bij onverwachte aanwezigheid van beschermde soorten wordt Rijkswaterstaat en het bevoegd gezag direct op de hoogte gebracht. De werkzaamheden worden pas hervat nadat de door een ter zake deskundige ecooloog noodzakelijk geachte beschermende maatregelen zijn getroffen. De maatregelen worden schriftelijk verantwoord en aan het bevoegd gezag gestuurd. De kans dat onverwacht beschermde soorten aanwezig zijn, is bij strandsuppleties zeer laag.

6 Literatuur

Kohsiek, L. H. M. (1984). *De korrelgrootte karakteristiek van de zeereep (stuifdijk) langs de Nederlandse kust*.

Krijgsveld, K. L., Klaassen, B., & van der Winden, J. (2022). *Verstoring door vogels door recreatie*.

Lilipay, S. J., & Sluijter, M. (2022). *Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2021*. Deltamilieu Projecten.

<https://deltamilieuprojecten.nl/wp-content/uploads/2022/04/Kustbroedvogels-in-het-Deltagebied-in-2021.pdf>

Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2016). *Beheerplan Natura 2000 Voordelta 2015—2021*.

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. (2006). *Nature 2000 gebied 122—Westerschelde en Saeftinghe*.

NDFF. (2023). *Nationale Databank Flora en Fauna*. <https://www.ndff.nl/>

SOVON. (2023a). *Parelduiker*. <https://stats.sovon.nl/stats/soort/30/?prov=ZL>

SOVON. (2023b). *Roodkeelduiker*. <https://stats.sovon.nl/stats/soort/20/?prov=ZL>

Sovon. (2023). *Steenloper*. <https://stats.sovon.nl/stats/soort/5610/?prov=ZL>

SOVON. (2023c). *Zwarte zee-eend*. <https://stats.sovon.nl/stats/soort/2130/?prov=ZL>

van Bemmelen. (1988). *De korrelgrootte-samenstelling van het strandzand langs de Nederlandse Noordzee-kust*.

Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie. (2018). *Evaluatie Schelde-estuarium: De toestand van Veiligheid, Toegankelijkheid en Natuurlijkheid: Samenvatting T2015-rapportage*.

Bijlage A Uitvoeringsvoorwaarden

De suppletie is getoetst aan de Wnb-Gebiedsbescherming en Wnb-Soortenbescherming. Door de uitvoeringsvoorwaarden wordt voorkomen dat deze wetgeving wordt overtreden. Deze voorwaarden dienen opgenomen te worden in het ecologisch werkprotocol van de aannemer. Middels dit ecologisch werkprotocol, waaraan de aannemer contractueel gebonden is, wordt het naleven van de vrijstellingsvoorwaarden geborgd. In Tabel 6-1 worden de acties van de aannemer beschreven die opgenomen moeten worden in het ecologisch werkprotocol. De getoetste activiteiten staan in hoofdstuk 2 beschreven. Wanneer de wijze van uitvoering of periode van de suppletie wijzigt, dient opnieuw getoetst te worden of de suppletie nog voldoet aan de vrijstellingsvoorwaarden.

Tabel 6-1 Uitvoeringsvoorwaarde en actiepunten voor de aannemer

ID	Voorwaarden in ecologisch werkprotocol aannemer	Actie aannemer
1	Indien de werkzaamheden binnen het broedseizoen plaatsvinden, is een broedvogelcheck voorafgaand aan de werkzaamheden noodzakelijk. Als er broedende vogels worden aangetroffen dient een door een deskundige vastgestelde afstand tussen het broedsel en de werkzaamheden aangehouden te worden. Specifiek voor strandplevieren geldt dat deze afstand 350 meter moet zijn, conform het beheerplan van de Westerschelde & Saeftinghe.	Als er broedende vogels worden aangetroffen dient een door een deskundige vastgestelde afstand tussen het broedsel en de werkzaamheden aangehouden te worden. De aannemer deelt de locaties van broedende vogels met RWS.
2	De voorwaarden worden uitgevoerd door of onder toezicht van een ecologisch deskundige. Dit is een persoon die aantoonbaar een opleiding, kennis en ervaring heeft op het gebied van de (soort)specifieke ecologie. De deskundige heeft een afgeronde hbo of universitaire opleiding met als zwaartepunt (Nederlandse) ecologie of; een afgeronde mbo-opleiding, met als zwaartepunt soortenherkenning en zorgvuldig handelen ten opzichte van in Nederland in het wild voorkomende planten en dieren. Daarnaast heeft de deskundige praktijkervaring opgedaan, via een ecologisch adviesbureau, zoals een bureau dat is aangesloten bij het Netwerk Groene Bureaus, natuur beherende organisaties of organisaties die zich inzetten op het gebied van soortenbescherming. Of is een medewerker van Rijkswaterstaat die aantoonbaar ervaringskennis heeft van de betreffende soorten in de beheergebieden van Rijkswaterstaat.	De aannemer moet kunnen aantonen dat de uitvoerende ecooloog deskundig is.
3	Als uitvoeringsvoorwaarde zijn aanvullende boringen die tot de maximale winddiepte reiken nodig om met grotere zekerheid conclusies over de diepte-intervallen van 2 tot 4 m te trekken. Wanneer de aanvullende boringen de resultaten van de zandkorrelanalyse bevestigen of beter overeenkomen is een verdere analyse niet nodig. Wanneer de resultaten van de aanvullende boringen minder goed overeen komen dan moet er overleg met een deskundige plaatsvinden.	N.v.t. voor de aannemer
4	De aannemer mag het Zwin en de Zwarte Polder niet betreden met materiaal en/of personen.	De aannemer moet opnemen in het werkprotocol waar zij met gereedschap en materiaal werken.
5	Er moet voldaan worden aan ten minste één van de volgende punten: • Er wordt buiten het actieve seizoen (1 april tot 1 november) gewerkt OF; • Indien het niet mogelijk is om buiten het actieve seizoen van vleermuizen te werken (1 april tot 1 november),	De aannemer moet kunnen aantonen dat er OF buiten het actieve seizoen (1 april tot 1 november) gewerkt wordt, OF géén verlichting OF enkel gerichte vleermuisvriendelijke verlichting wordt gebruikt. Indien deze laatste optie aan de orde is dient ook gemotiveerd te worden waarom dit echt niet anders kan.

ID	Voorwaarden in ecologisch werkprotocol aannemer	Actie aannemer
	dienen de werkzaamheden tussen zonsopkomst en zonsondergang uitgevoerd te worden zonder kunstlicht OF; Indien er verlichting nodig is dient vleermuisvriendelijke verlichting (amber gekleurd licht) met zo min mogelijk uitstraling gebruikt te worden. Bij deze laatste optie dient ook gemotiveerd te worden waarom het gebruik van verlichting nodig is en dit echt niet anders kan.	
6	De zorgplicht houdt in dat één ieder voldoende zorg in acht neemt voor de in het wild levende dieren en planten, alsmede hun directe leefomgeving. De zorgplicht geldt altijd en voor alle planten, dieren en beschermde natuurgebieden. In gewone bewoordingen houdt de zorgplicht in dat gewerkt wordt met respect voor de natuur en voor levende dieren en planten. Zo moeten dieren die kunnen vluchten voor de werkzaamheden de kans daartoe geboden worden. De aannemer geeft aan op welke wijze aan de zorgplicht invulling wordt gegeven.	De aannemer geeft aan op welke wijze aan de zorgplicht invulling wordt gegeven.
7	Bij onverwachte aanwezigheid van beschermde soorten wordt Rijkswaterstaat en het bevoegd gezag direct op de hoogte gebracht. De werkzaamheden worden pas hervat nadat de door een ter zake deskundige ecooloog noodzakelijk geachte beschermende maatregelen zijn getroffen. De maatregelen worden schriftelijk verantwoord en aan het bevoegd gezag gestuurd. De kans dat onverwacht beschermde soorten aanwezig zijn, is bij strandsuppleties zeer laag.	De aannemer moet een beschrijving van de getroffen beschermde maatregelen aanleveren. Hierbij moet aangetoond worden welk effect de maatregel heeft.

Bijlage B Zandkorrelanalyse

ONDERWERP

Korrelgrootte zandwin- en suppletiegebieden 2023 - Cadzand (Zeeuws-Vlaanderen)

PROJECTNUMMER

30153792

DATUM

19 mei 2023

ONZE REFERENTIE

WASE5H3JW77F-350239261-1660:Definitief

VAN

Laura Coumou en Sanne van der Heijden

AAN

Marije van Belzen (Rijkswaterstaat)

1 Inleiding

In het kader van het Kustlijn zorg Suppletieprogramma 2024-2027 worden in 2023 zes suppleties geconditioneerd. Het voorliggend memo gaat over één van deze zes strandsuppleties. Het uitvoeren van suppleties om de basiskustlijn in stand te houden is regulier beheer en onderhoud, en is door LNV vrijgesteld van de vergunningplicht in het kader van de Wet Natuurbescherming (Wnb) voor gebiedsbescherming. Hoewel er geen sprake is van een N2000-vergunningplicht geldt wel de algemene zorgplicht van artikel 1.11 Wnb. Door het volgen van de voorwaarden uit de Natura 2000 beheerplannen wordt invulling gegeven aan deze zorgplicht. Voor strandsuppleties worden hierdoor eisen gesteld aan de korrelgrootte van het aan te brengen zand. De korrelgrootte(verdeling) van suppletiezand is een factor die medebepalend is voor de morfologische ontwikkelingen van de suppletie en die van invloed is op de mogelijke ecologische gevolgen ervan (zie bijvoorbeeld Baptist et al., 2009 voor een overzicht). De strekking van deze voorwaarde is in de meeste gebieden: "De samenstelling en korrelgrootte van het zand bij strandsuppleties komt zo veel mogelijk overeen met het zand van het strand dat grenst aan de suppletielocatie" (zie Bijlage 2).

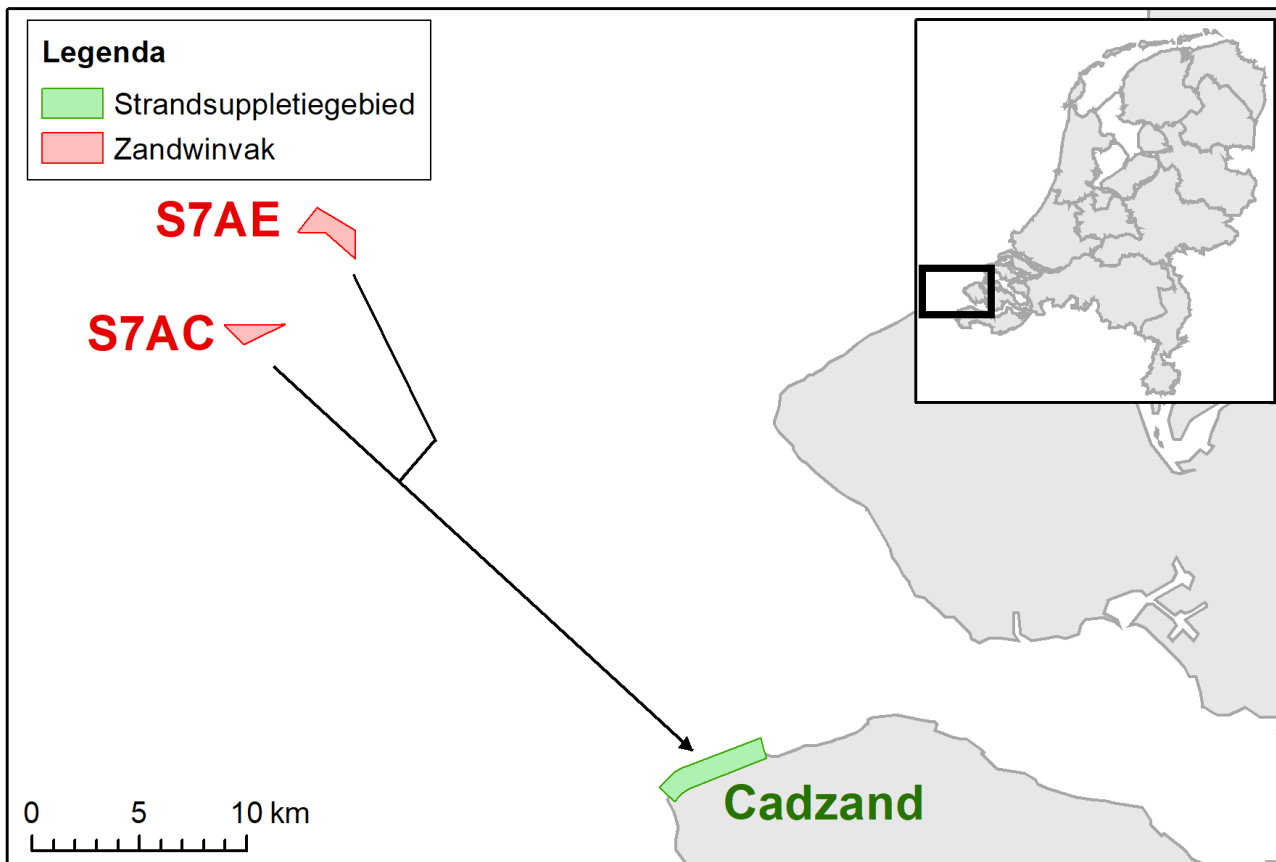
In dit memo wordt de korrelgrootte van het zand binnen de voorgenomen strandsuppletielocatie 'Cadzand (Zeeuws-Vlaanderen)' vergeleken met de korrelgrootte van het sediment uit de beoogde bijbehorende zandwinkvakken zoals beschreven in Tabel 2-1 en weergegeven in Figuur 2-1.

Tabel 2-1 Overzicht suppletielocatie en bijbehorend zandwinkvak. De begrenzing van het vak wordt gegeven in a.d.h.v. Rijkstrandpalen (RSP, in km in het betreffende kustvak).

Naam suppletielocatie	Type suppletie	Kustvak	Grenzen suppletievak	Bijbehorend zandwinkvak
Cadzand (Zeeuws-Vlaanderen)	Strand	17 Zeeuws-Vlaanderen	RSP 9,85 – 13,35 Incl. uitloopraaien: 9,85 – 13,35 en 13,63 -14,87*	S7AC en S7AE (bijbehorende MER-zoekgebieden: S7-22 en S7-20)

* De analyses in dit memo zijn uitgevoerd voor het suppletiegebied inclusief de uitloopraaien. Tussen 13,35 en 13,63 bevindt zich een haven: dit gebied wordt niet gesuppleerd.

Voor de korrelgroottevergelijking voor de suppletie is de aanpak gehanteerd conform het stappenplan zoals opgenomen in Bijlage 1. De korrelgrootte(verdeling) van het te suppleren zand wordt gebaseerd op de karakteristieken van het zand in de zandwinlocatie. Hierbij is gefocust op de karakteristieke mediane korrelgrootte (D_{50}). De verstuiwingsfractie – die ook relevant is met oog op de ecologische impact van de suppletie (Arcadis, 2022a; Arcadis, 2022b) – is niet geanalyseerd, aangezien geen zeefcurves beschikbaar zijn voor het strand en het duin bij het suppletievak.



Figuur 2-1 Overzicht van de ligging van het suppletiegebied (groen) en de voorgenomen zandwinvakken (rood).

1.1 Doel

Het doel van dit memo is om inzicht te geven in de aanwezige korrelgrootte in de geplande suppletielocatie 'Cadzand (Zeeuws-Vlaanderen)' en de korrelgrootte van het te suppleren zand in het beoogde bijbehorende zandwinvakken 'S7AC' en 'S7AE'.

1.2 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft achtergrondinformatie over de variatie in de korrelgrootte langs de Nederlandse kust en in de zandwinvakken, en over de methoden die gehanteerd worden voor het bepalen van de korrelgrootte. Vervolgens wordt in Hoofdstuk 3 ingegaan op welke grootheden gebruikt kunnen worden om te bepalen of de korrelgrootte tussen het suppletievak en de zandwinvakken overeenkomt. De datasets voor het bepalen van de korrelgroottes in de beoogde suppletielocatie en de zandwingebieden worden nader toegelicht in Hoofdstuk 4.

In Hoofdstuk 5 worden de resultaten gepresenteerd van de vergelijking van de mediane korrelgroottes op de beoogde suppletielocatie met de bijbehorende zandwinlocaties. De beschikbare korrelgroottes per gebied zijn samengevoegd tot een geaggregeerde korrelgrootte per diepte-interval per wingebied. De statistieken en ruimtelijke variatie van de korrelgrootte in de zandwinvak worden gegeven in Bijlage 3 en 4. Ten slotte worden de belangrijkste bevindingen samengevat in Hoofdstuk 6.

2 Achtergrondinformatie

In het rapport “Korrelgrootte van zandwingebied tot strand” (Arcadis, 2019) is een toelichting te vinden op de oorsprong van de korrelgroottevariëaties langs de kust, en de rol van de bemonstering, monsterbehandeling en de analyse op het bepalen van de korrelgrootte. Hieronder wordt een beknopte toelichting gegeven op deze twee punten. In het rapport “Korrelgrootte van zandwingebied tot strand” (Arcadis, 2019) is ook een beschouwing opgenomen van de verschillende gegevensbronnen voor de korrelgroottes van de zandwingebieden, het strand en de duinen en van de korrelgrootte in de beun van het baggerschip.

2.1 Variaties in korrelgrootte langs de kust

Langs de Nederlandse kust en ook in de zandwingebieden in de Noordzee is sprake van een grootschalig ruimtelijk patroon. In het zuidwesten is het zand over het algemeen grover, met een korrelgrootte tussen de 250 à 350 µm (matig tot zeer grof zand, Tabel 2-1). Naar het noordoosten wordt over het algemeen de korrelgrootte steeds fijner, waarbij er regionaal wel enige afwijking is. In het noordoosten ligt de korrelgrootte tussen de 150 en 200 µm (matig fijn zand, Tabel 2-1). Dat er sprake is van een overeenkomende trend in de korrelgrootte van de kust en van de zandwingebieden op de Noordzee heeft te maken met de geologische (Holocene) ontstaansgeschiedenis van de Nederlandse kust, waarbij hoofdzakelijk zand in de richting dwars op de kust is getransporteerd. Dit betekent ook dat bij zandwinning in een zandwinkvak dat ten opzichte van de suppletie locatie dwars op de kust ligt, een grote overeenstemming in de korrelgrootte van kust en zandwingebied wordt verwacht.

Tabel 2-1 Korrelgrootteklassen en bijbehorende range in korrelgrootte.

Fractie	Korrelgrootte range [µm]	
Grind	Zeër grof grind	16 - 63 mm
	Matig grof grind	5,6 - 16 mm
	Fijn grind	2 - 5,6 mm
Grof zand	Uiterst grof zand	0,42 µm - 2 mm
	Zeër grof zand	300 - 420 µm
	Matig grof zand	210 - 300 µm
Fijn zand	Matig fijn zand	150 - 210 µm
	Zeër fijn zand	105 - 150 µm
	Uiterst fijn zand	63 - 105 µm
Silt	Silt	2 - 63 µm
Lutum	Lutum	< 2 µm

2.2 Bemonstering, monsterbehandeling en de analyse

Er zijn verschillende methoden beschikbaar voor het bepalen van de korrelgrootteverdeling en het daaruit afleiden van de representatieve korrelgrootte. Dit begint bij de wijze van bemonstering (onder andere verschillende boortechneken), gevolgd door de behandeling (wel of niet verwijderen van kalk- en/of organische fractie; ultrasoonbehandeling, peptiseren) van de monsters en de eigenlijke analysemethode (zeven, laser-particle sizer; gravimetrisch, optisch vergelijkend). Het gevolg hiervan is dat de bepaalde korrelgrootte afhankelijk is van de toegepaste methodes.

Studies waarbij vergelijkingen zijn gemaakt tussen de resultaten van verschillende methode om de korrelgrootte te bepalen van hetzelfde monster laten inderdaad verschillen zien in de bepaalde korrelgroottes. Het omrekenen van de korrelgrootte door het toepassen van omrekeningsfactoren is niet mogelijk, ook omdat vaak niet volledig is vastgelegd welke behandeling en analyse zijn toegepast. Feitelijk is daardoor alleen een kwantitatieve vergelijking op hoofdlijnen (‘veel grover’, ‘veel fijner’) mogelijk.

Om verschillen in de representatieve korrelgrootte ten gevolge van de bemonsteringsmethode en -behandeling te vermijden in de vergelijking van de korrelgroottes in de suppletie- en zandwinvakken, worden in dit memo alleen de korrelgroottegegevens die bepaald zijn met behulp van zeven gebruikt. Monsters waarvan de korrelgrootte bepaald is met bijvoorbeeld een laser-particle sizer worden dus niet meegenomen.

3 Wat is een overeenkomende korrelgrootte?

3.1 D₅₀ als indicator

Bij het vergelijken van de korrelgrootte van win- en suppletiegebied wordt in eerste instantie gekeken naar de mediane korrelgrootte en niet naar de hele verdeling, omdat de vorm van de korrelgrootteverdelingen over het algemeen goed overeenkomen. Bijzondere korrelverdelingen, met bijvoorbeeld twee pieken, komen over het algemeen niet voor en verdelingen die worden gedomineerd door één (grove of fijne) fractie worden ook niet vaak aangetroffen. De D₅₀ (de korrelgroottemediaan) is daarmee een goede indicator van de korrelgrootte. Bovendien is het praktisch gezien niet werkbaar om alle individuele korrelgrootteverdelingen met elkaar te vergelijken, als deze al beschikbaar zijn naast de D₅₀-waarde.

3.2 Percentuele verschillen in de D₅₀ leidend

Vanwege de verschillen in de bemonstering, monsterbehandeling en analyse voor de bepalingen van het strand en de wingebieden worden op voorhand verschillen verwacht tussen de bepaalde waarden. Daarbij is sprake van variatie in de korrelgrootte binnen het suppletiegebied en binnen de wingebieden. Hierbij wordt niet de absolute bandbreedte beschouwd, maar de procentuele. Waarom de procentuele bandbreedte worden beschouwd, kan worden geïllustreerd met twee fictieve extreme voorbeelden. Bij een korrelgrootte van 20 µm betekent een absolute toename of afname van 10 µm, een procentuele toename of afname met 50%. Bij een korrelgrootte van 200 µm betekent een absolute toename of afname van 10 µm, een relatieve toename of afname met 5%. De procentuele verandering geeft een meer representatief beeld van de verschillen dan het absolute verschil van 10 µm.

3.3 Verschil betekent niet altijd dat het sediment niet overeenkomt

Een verschil tussen de mediane korrelgrootte die gemeten is op het strand en in de ondergrond van het zandwinkvak houdt niet altijd in dat het sediment dat daadwerkelijk in het suppletievak komt te liggen afwijkt van het oorspronkelijke zand in het suppletievak. Bij de vergelijking moet rekening gehouden worden met de volgende factoren:

1. Baggerschepen varen heen en weer tijdens het opzuigen van het zand en slaan dit op in de beun voordat het verspreid wordt over de suppletielocatie. Hierbij wordt het zand gemixt, waardoor het zand dat gesuppleerd wordt minder variatie vertoont dan de ruimtelijke variatie in het zandwinkvak. Uitsluiten van een deel van het zandwinkvak met afwijkende korrelgrootte is dus alleen nodig als de korrelgroottes zodanig sterk het gemiddelde beïnvloeden waardoor de afwijking met het suppletievak te groot wordt óf als een zone onwenselijk veel (zeer) fijn of (zeer) grof materiaal bevat.
2. Als de monsters waarmee de representatieve korrelgrootte in het suppletievak mee bepaald wordt deels in de duinen (fijn zand) genomen zijn, zal de D₅₀ voor het strandsuppletievak hierdoor licht onderschat worden. Dit geldt voor de dataset van Kohsiek (1984) (zie Bijlage 1). Voor dit voorliggend memo zal echter primair de dataset van Van Bemmelen (1988) worden beschouwd die de korrelgrootteverdeling van alleen het strand beschrijft.

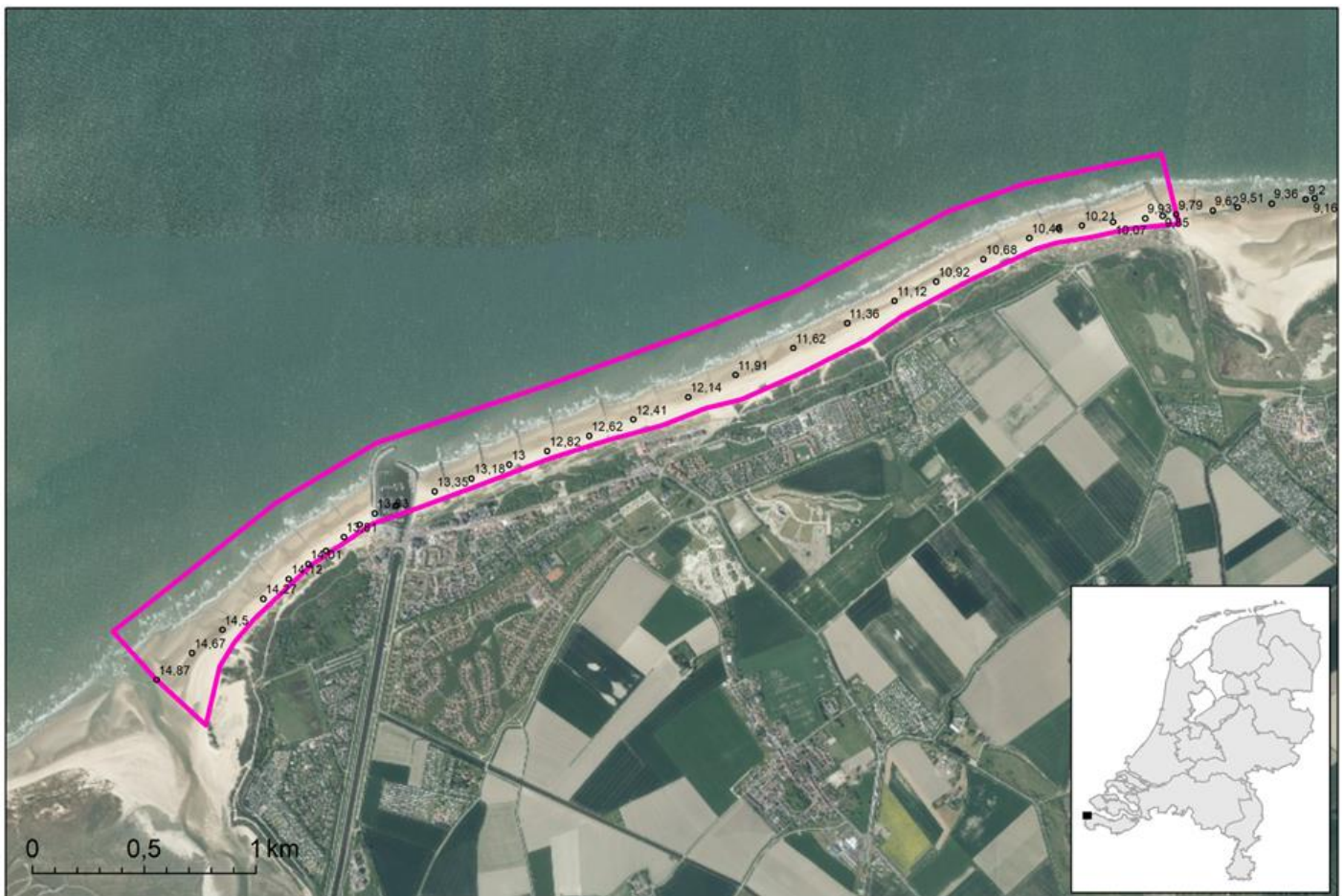
Ten slotte kunnen ook verschillen in de bemonstering, monsterbehandeling en analyse, voor verschillen in de korrelgroottes tussen de vakken zorgen. Deze afwijking wordt grotendeels ondervangen door enkel korrelgrootteverdelingen die bepaald zijn met zeefanalyses te gebruiken in de vergelijking.

4 Beschikbare data

Hieronder wordt nader toegelicht welke datasets zijn gebruikt voor de vergelijking van de korrelgrootte in het suppletievak en bijbehorende zandwinkvakken zoals weergegeven in het overzicht in de Inleiding.

4.1 Suppletievak

Figuur 4-1 toont het suppletievak Cadzand op een actuele luchtfoto uit 2022. Het betreft het strand tussen het Zwin en de Verdrongen Zwarte Polder, met landwaarts een duingebied dat lokaal erg smal is bij (de haven van) Cadzand.



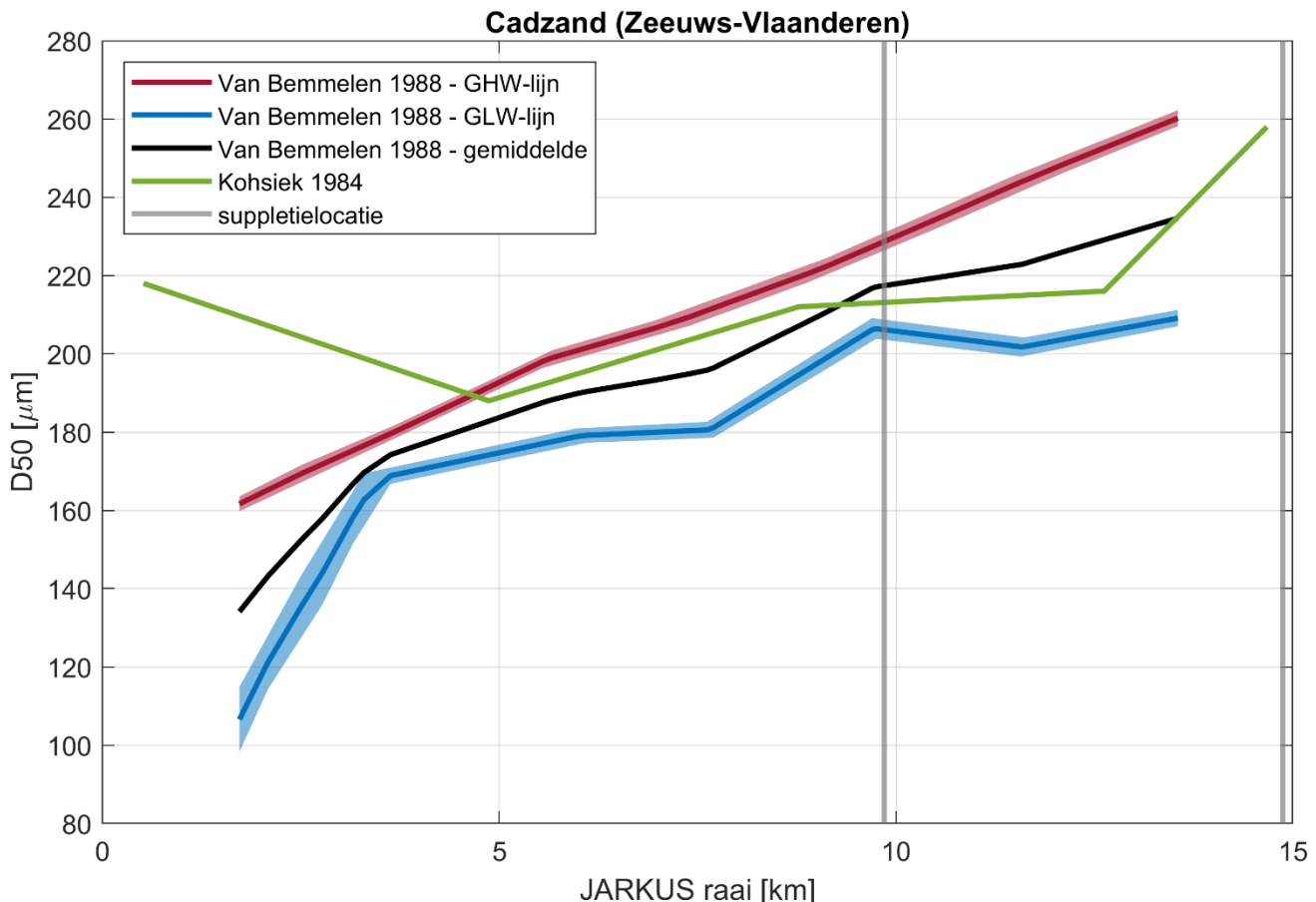
Figuur 4-1 Luchtfoto van de suppletielocatie uit 2022. De roze polygoon toont de raai begrenzing van het suppletievak inclusief uitloopraaien.

Basisgegevens

De basisgegevens over de representatieve mediane korrelgrootte (D_{50}) van het strand en de duinen zijn ontleend aan de rapportages van Kohsiek (1984)¹ en van Van Bemmelen (1988). Figuur 4-2 bevat de D_{50} -data van Van Bemmelen en Kohsiek (1984) van Zeeuws-Vlaanderen. De korrelgroottegegevens van het duin uit Kohsiek (1984) zijn beschikbaar in de vorm van een tabel met onder andere de lokaal gemiddelde D_{50} -waarden. De gegevens van het strand uit Van Bemmelen (1988) zijn voor alle 2-km-raaien alleen beschikbaar in de vorm van een lopend gemiddelde in een grafiek per gebied. Deze grafieken zijn gedigitaliseerd zodat de data gebruikt kan worden voor deze analyse.

¹ Bestudering van de rapportage van Kohsiek leert dat, in tegenstelling wat eerder is beschreven, voorafgaand aan de zeefanalyses de kalkfractie is verwijderd. Dat betekent dat de door Kohsiek (1984) én Van Bemmelen (1988) bepaalde korrelgrootte over het algemeen fijner is dan de daadwerkelijke korrelgrootte in het veld waar ook schelpresten aanwezig zijn.

De grafieken bevatten het lopend gemiddelde van de D_{50} voor de gemiddeld hoogwaterlijn (GHW-lijn) en voor de gemiddeld laagwaterlijn (GLW-lijn), met een bandbreedte die de lokale variatie representeert op basis van extra metingen op alle 20-km-raaien. Het gemiddelde van de GHW-lijn en de GLW-lijn is berekend en toegevoegd aan Figuur 4-2, omdat deze gebruikt wordt voor de korrelgrootte-analyse in het voorliggende memo.



Figuur 4-2. D_{50} -waarden van Zeeuws-Vlaanderen uit de dataset van Van Bemmelen (1988) en Kohsiek (1984). De gemiddelde D_{50} -waarde van Van Bemmelen is berekend door het lopend gemiddelde van de GHW-lijn en de GLW-lijn te nemen. De suppletielocatie van Cadzand is o.b.v. de uitloopraaien (inclusief havengebied).

Voor de suppletielocatie zijn geen gegevens beschikbaar uit de dataset van Eisma (1966) en Van der Wal et al. (1995). Aangezien op de suppletielocatie na monsternamen strand- en duinsuppleties plaats hebben gevonden, zou idealiter de korrelgroottevergelijking plaatsvinden op basis van nieuwe gegevens van de korrelgroottesamenstelling, waarbij dezelfde wijze van monsterbehandeling en analyse is gehanteerd als voor het zandwink. Deze gegevens zijn echter niet beschikbaar.

Gebruikte korrelgroottegegevens voor suppletievak Cadzand (Zeeuws-Vlaanderen)

Binnen suppletievak Cadzand (Zeeuws-Vlaanderen) liggen twee datapunten met korrelgroottegegevens van Van Bemmelen (1988) (strandmetingen) zoals zichtbaar in Figuur 4-2. Daarnaast is er net buiten het suppletievak één meetpunt met korrelgroottegegevens van Van Bemmelen (1988) die kan worden gebruikt voor verdere analyse. Voor de analyse is gebruikgemaakt van het gemiddelde van de GHW-lijn en de GLW-lijn (zwarte lijn). Ook zijn er meerdere metingen (in totaal 3 waarden) uit de dataset van Kohsiek (1984) (duinmetingen) gebruikt voor verdere analyse. Hiervan vallen twee metingen binnen het suppletievak en één er net buiten (Figuur 4-2).

Voor dit suppletievak is een gewogen-gemiddelde D_{50} bepaald op basis van de waarden van Kohsiek (1984) en van Bemmelen (1988). De waarden in en net naast het suppletievak worden hierin meegenomen. Deze D_{50} -waarden worden gebruikt in de vergelijking met de zandwink. Hierbij is aangenomen dat de missende D_{50} -waarden van

Van Bemmelen (1988) en Kohsiek (1984) aan de zijkant van het suppletievak (rond raai km 15) zijn aangevuld met de dichtstbijzijnde waarde om tot een gewogen gemiddelde te komen.

4.2 Zandwinlocaties

Voor de zandwinvakken, S7AC en S7AE, zijn verschillende datasets met korrelgroottegegevens beschikbaar, zoals weergegeven in Tabel 4-1. De zeefcurves van alle beschikbare boringen binnen het vak samen zijn gebruikt om de representatieve korrelgrootte per zandwinvak te bepalen. In zandwinvak S7AC zijn in totaal 8 boringen gezet, alle in 2017. In zandwinvak S7AE zijn in totaal 12 boringen gezet, alle in 2019. Alleen monsters waarvoor een zeefcurve beschikbaar is, zijn meegenomen. Om te bepalen of boringen binnen de zandwinvakken liggen, zijn de coördinaten van beide zandwinvakken zoals aangeleverd op 13-2-2023 (door Rijkswaterstaat Zee en Delta) gebruikt.

Voor alle monsters binnen de zandwinvakken is de D_{50} bepaald op basis van de korrelgrootteverdeling. Hiervoor is een lineaire interpolatie uitgevoerd op de twee maasgroottes van de zeven en de bijbehorende doorvalpercentages die het dichtst bij de 50% liggen. Op basis van deze waarden is vervolgens de D_{50} bepaald voor elk zandwinvak per diepte-interval (voor S7AC: 0-2 m -mv, 2-3 m -mv, 3-4 m -mv, 4-5 m -mv en 5-6 m -mv en voor S7AE: 0-2 m -mv, 2-3 m -mv, 3-4 m -mv) tot de maximale zandwindiepte. De maximale windiepte in S7AC is 6 m ten opzichte van de bodemhoogte in 2017, en in S7AE 4 m. Hiervoor zijn telkens eerst de D_{50} -waarden binnen elk diepte-interval gemiddeld per boring bepaald. Vervolgens is het gemiddelde per diepte-interval voor het zandwinvak bepaald door alle gemiddelden van de boring binnen het vak voor het desbetreffende interval te middelen. Hierbij is het maaiveld het oorspronkelijke maaiveld ten tijde van het zetten van de boring: er is niet gecorrigeerd voor eventuele latere zandextracties/-verplaatsingen. Er zijn wel al zandextracties geweest nadat de boringen zijn gezet in beide zandwinvakken. In 2019/2020 is zandwinvak S7AC voor 4 verschillende zandsuppleties in Zeeuws-Vlaanderen gebruikt en tussen 2020 en 2022 is zandwinvak S7AE voor twee zandsuppleties op Walcheren gebruikt.

Tabel 4-1 Overzicht totaal aantal beschikbare boorgegevens en korrelgrootteverdelingen voor de zandwinvakken uit verschillende datasets. Voor een overzicht van het aantal monsters/boringen per diepte-interval, zie Bijlage 3.

Vak	Maximale zandwindiepte [m] o.b.v. uitvoeringsplan	Boringen 2017		Boringen 2019	
		Aantal boringen	Aantal monsters*	Aantal boringen	Aantal monsters*
S7AC	6 m -mv	8	57		
S7AE	4 m – mv			12	42

* Alleen monsters met korrelgrootteverdeling tot de maximale zandwindiepte zijn meegeteld.

5 Overzicht en vergelijking mediane korrelgrootte (D_{50})

Tabel 5-1 geeft een overzicht van de D_{50} -waarden in het suppletievak en de bijbehorende zandwinlocaties. De gemiddelde D_{50} van het sediment in zandwinkvak S7AC voor de diepte-intervallen tussen 2 en 5 m vallen onder de categorie matig grof zand (210-300 μm). De D_{50} in het diepte-interval tussen 0 en 2 m valt onder zeer grof zand (300-420 μm) en de D_{50} in het diepte-interval tussen 5 en 6 m valt onder matig fijn zand (150-210 μm). De gemiddelde D_{50} van het sediment in zandwinkvak S7AE voor alle diepte-intervallen binnen de zandwindiepte (tussen 0 en 4 m) vallen onder de categorie matig grof zand (210-300 μm). Op de suppletielocatie Cadzand komt de gemiddelde D_{50} van het sediment ook overeen met matig grof zand (210-300 μm) voor de berekende waarden op basis van de gegevens van Kohsiek (1984) (duinmetingen) en van Van Bemmelen (1988) (strandmetingen).

De korrelgroottestatistieken van de zandwinkvakken zijn opgenomen in Bijlage 3 en een kaart van de ruimtelijke variatie in de korrelgrootte in de zandwinkvakken in Bijlage 4. Een classificering van de mate van overeenkomst en een toelichting op de vergelijking per suppletielocatie volgt in de volgende paragrafen.

Tabel 5-1 Overzicht en vergelijking mediane korrelgrootte (D_{50}) op de suppletielocatie en de bijbehorende zandwinlocaties. In de eerste twee rijen is de D_{50} van het suppletievak bepaald op basis van Kohsiek (1984) (duinmetingen) en in de laatste twee rijen is de D_{50} van het suppletievak bepaald op basis van Van Bemmelen (1988) (strandmetingen).

Naam suppletielocatie	Korrelgrootte suppletievak		Bijbehorend zandwinkvak	Korrelgrootte zandwinkvak						Verschil D ₅₀ suppletievak-zandwinkvak (%)					
	Dataset	D ₅₀ (µm)		D ₅₀ (µm) op verschillende dieptes -mv											
				0-2 m	2-3 m	3-4 m	4-5 m	5-6 m	gem.	0-2 m	2-3 m	3-4 m	4-5 m	5-6 m	gem.
Cadzand (Zeeuws- Vlaanderen)	Kohsiek (1984)	226	S7AC	334	281	293	212	198	275	48%	24%	30%	-6%	-13%	22%
			S7AE	297	227	242	-	-	266	31%	0%	7%	-	-	18%
	van Bemmelen (1988)	227	S7AC	334	281	293	212	198	275	47%	24%	29%	-7%	-13%	21%
			S7AE	297	227	242	-	-	266	31%	0%	7%	-	-	17%

5.1 Mate van overeenkomst

Tabel 5-2 toont de mate van overeenkomst tussen de representatieve korrelgroottes in de zandwinlocaties en op de strandsuppletielocatie op basis van de percentuele afwijkingen in Tabel 5-1. Dit is alleen gebaseerd op de percentuele afwijkingen, waarvan de D_{50} van het suppletievak berekend is met de dataset van Van Bemmelen (1988) (laatste rijen, grijs in Tabel 5-1). In de volgende paragraaf wordt nader ingegaan op de mate van overeenkomst, rekening houdend met de potentiële oorzaken van korrelgrootteverschillen zoals beschreven in hoofdstuk 3.

De onderstaande tabel geeft enkel een classificatie van de mate van overeenkomst en niet een oordeel over de impact van het verschil en of daarmee aan de eisen in de beheerplannen voldaan wordt. De classificatie vormt wel de basis voor een dergelijke bepaling. Voor de volledige bepaling of een bepaald verschil een probleem vormt, zal onder andere de ecologische toetsing meegenomen moeten worden. Dit valt buiten de scope van dit memo.

Tabel 5-2 Classificering van de mate van overeenkomst tussen de korrelgroottes op de strandsuppletielocatie en in de zandwinkvakken op basis van de percentuele verschillen in Tabel 5-1 (laatste twee rijen, o.b.v. Van Bemmelen (1988)) gemiddeld over het volledige zandwinkvak.

Naam suppletielocatie	Zandwinkvak	Mate van overeenkomst *	
		Gemiddeld	Per diepte-interval
Cadzand (Zeeuws-Vlaanderen)	S7AC	Beperkt**	Goed tot slecht**
	S7AE	Redelijk**	Goed tot matig**

* Goed = 0-10% verschil, redelijk = 10-20%, beperkt = 20-30%, matig = 30-40%, slecht = >40%.

** In praktijk waarschijnlijk minder slecht, zie toelichting in §5.2.

5.2 Toelichting op de vergelijkingen

Het zand uit zandwinkvak S7AC komt op basis van Tabel 5-2 goed tot slecht overeen met het zand in suppletievak Cadzand: de D_{50} van het zand uit dit zandwinkvak is gemiddeld 21% grover dan op de suppletielocatie (o.b.v. Van Bemmelen (1988)). Aangezien de korrelgrootte afneemt met de diepte in dit zandwinkvak, is het de bovenste laag zand het meest grof vergeleken met de suppletielocatie (+47%) en de onderste laag het fijnst en daarmee fijner dan op de suppletielocatie (-13%). Het zand uit zandwinkvak S7AE komt op basis van Tabel 5-2 goed tot matig overeen met het zand in suppletievak Cadzand: de D_{50} van het zand uit dit zandwinkvak is gemiddeld 17% (0% tot +31% afhankelijk van de diepte) grover dan op de suppletielocatie (o.b.v. Van Bemmelen (1988)).

Voor zowel zandwinkvak S7AC als S7AE wijkt de D_{50} in het eerste diepte-interval tussen 0-2 m -mv het meest af van het zand op de suppletielocatie Cadzand. Voor S7AC is het zand in dit diepte-interval gemiddeld 47% grover en voor S7AE is het zand 31% grover. Daarnaast valt de gemiddelde D_{50} binnen het suppletievak (227 μm) niet binnen de range van de D_{50} van het vak S7AC voor dit diepte-interval (259-622 μm). Voor S7AE is dit nog net wel zo, maar valt de gemiddelde D_{50} in het suppletievak wel buiten de spreiding van de standaarddeviatie (zie Bijlage 3 voor alle statistieken). Vanwege de eerdere suppleties waarvoor zand gewonnen is, is deze laag waarschijnlijk al grotendeels weg, en is de overeenkomst van het resterend zand uit beide vakken beter dan het huidig gemiddelde in Tabel 5-2. Mogelijk zijn niet overal in de winkvakken de volledige bovenste twee meters gebaggerd bij eerdere suppleties. Daarom is het aanbevolen om bij het gebruik van de zandwinkvakken te baggeren tot en met de maximale zandwindiepte zodat het resterende grove topzand gemixt worden met het fijnere diepte zand.

Daarnaast is het waarschijnlijk dat het zand uit de zandwinkvakken in praktijk beter overeenkomt met het zand in het suppletievak:

1. De gemiddelde D_{50} in suppletievak kan enigszins onderschat worden door suppleties die na de monsternamen door Van Bemmelen (1988) plaats hebben gevonden. Deze kunnen het strandzand mogelijk grover hebben gemaakt over tijd heen. Op de suppletielocatie Cadzand zijn in het verleden namelijk regelmatig strandsuppleties uitgevoerd die overlappen met (een deel van) de geplande suppletielocatie, namelijk in 1990, 1992, 1994, 1998, 2001, 2005,

2009, 2013, 2014, 2015 en 2019. Hoe sterk de korrelgrootte op het strand hierdoor veranderd is, is echter niet bekend.

2. Mogelijk is dit verschil iets kleiner als er rekening wordt gehouden met de kalkfractie die in de monsters van Van Bemmelen (1988) verwijderd is, maar niet in de boringen in het zandwinkvak.

Korrelgrootte in het suppletievak Cadzand (Zeeuws-Vlaanderen)

Voor het suppletievak Cadzand is het gemiddelde op basis van Van Bemmelen (1988) gekozen voor de vergelijking en niet het gemiddelde op basis van Kohsiek (1984) (overigens wel te zien in Tabel 5-1). Deze keuze is gemaakt omdat de monsters van Kohsiek (1984) zijn genomen in de duinen en de monsters van Van Bemmelen (1988) op het strand, waar de suppletie gaat plaatsvinden. Echter maakt deze keuze voor dit suppletievak niet veel uit omdat de waarden van Van Bemmelen (1988) en Kohsiek (1984) heel dicht bij elkaar liggen (227 en 226 μm). De data van Van Bemmelen is voor het suppletievak handmatig gedigitaliseerd uit grafieken waarin een lopend gemiddelde opgenomen is, wat wel kan zorgen voor een kleine afwijking ten opzichte van de precieze gemeten data die niet beschikbaar is.

In Figuur 4-2 is te zien dat de D_{50} kustdwars varieert binnen het suppletievak: tussen de GHW-lijn en GLW-lijn verschilt de D_{50} grofweg 40 μm o.b.v. de data van Van Bemmelen (1988). De gemiddelde D_{50} uit de zandwinkvakken komt dan ook beter overeen met de gemiddelde D_{50} die rond de GHW-lijn in het suppletievak, dan de D_{50} rond de GLW-lijn.

Korrelgrootte in de zandwinkvakken

In de kaartjes in Bijlage 4 en de tabel met statistieken in Bijlage 3 wordt de korrelgrootte voor elk diepte-interval tot de maximale zandwindiepte in m ten opzichte van het maaiveld getoond voor beide zandwinkvakken.

In zandwinkvak S7AC zijn voldoende verspreide gegevens beschikbaar om een beeld te krijgen van de (variatie in de) korrelgrootte, namelijk 8 goed verspreide boringen uit 2017. Alle boringen reiken tot een diepte van 5 m en zes van de acht boringen reiken tot en met de zandwindiepte van 6 m. De boringen geven daardoor een betrouwbaar beeld tot en met de maximale zandwindiepte.

Het eerste diepte-interval tussen 0 en 2 m -mv bevat gemiddeld gezien zeer grof zand waarvan de kleinste D_{50} 259 μm is. De diepte-intervallen tussen 2 en 6 m -mv bevatten fijner zand waarvan het laatste diepte interval tussen 5-6 m -mv het fijnste zand bevat. Gemiddeld genomen wordt het zand fijner met de diepte, waardoor de mate van overeenkomst met het zand in het suppletievak ook toeneemt met de diepte, op het diepste interval na.

De ruimtelijke variatie in D_{50} per diepte-interval is het grootst tussen 0 en 4 m -mv. Dit is zichtbaar in de kaartjes in Bijlage 4 en in de range en standaarddeviatie van deze intervallen in Bijlage 3. Het grove gemiddelde van de bovenste 2 m is sterk beïnvloed door een uitschieter van 622 μm (zie Bijlage 4), doordat in deze boring 1 monster met uiterst grof zand ($D_{50} = 1,3 \text{ mm}$) zit. De monsters erboven en eronder bevatten echter matig grof zand ($D_{50} = 0,28 \text{ mm}$). Als deze uitschieter weggelaten wordt, is de gemiddelde D_{50} voor de bovenste 2 m in het zandwinkvak 291 μm , wat dicht bij de buurt van het strandzand komt (+29%). Ook op 2-3 m en 3-4 m diepte zijn er respectievelijk 1 en 2 boringen met uiterst grof zand ($D_{50} > 420 \mu\text{m}$) die sterk bijdragen aan het hoge gemiddelde voor deze diepte-intervallen.

In het algemeen zijn er geen duidelijke zones met meerdere boringen met beduidend grover of fijner sediment bij elkaar te onderscheiden waar rekening mee gehouden kan worden bij de zandwinning.

In zandwinkvak S7AE zijn voldoende verspreide gegevens beschikbaar om een beeld te krijgen van de (variatie in de) korrelgrootte in de bovenste 2 m, namelijk 12 goed verspreide boringen uit 2019. Slechts drie van de twaalf boringen reiken tot en met de maximale zandwindiepte van 4 m. Het aantal monsters en daarmee de betrouwbaarheid neemt daardoor af met de diepte.

Het diepte-interval van 0 tot 2 m -mv, bevat een relatief grove D_{50} van gemiddeld 297 μm . De standaarddeviatie van dit diepte-interval is 37 μm (Bijlage 3) wat aangeeft dat de variatie in D_{50} relatief gering is. Voor de andere diepte-intervallen tussen 2-4 m -mv is de informatie beperkt, waardoor minder betrouwbare conclusies kunnen worden getrokken. Op basis van de twee monsters tussen 2-3 m -mv en de drie monsters tussen 3-4 m -mv lijkt de ruimtelijke variatie in de D_{50} beperkt, aangezien deze waarden dicht bij elkaar liggen (range van 5 en 7 μm).

6 Conclusie

In dit memo is de korrelgrootte van het sediment binnen het suppletievak Cadzand (Zeeuws-Vlaanderen) en de bijbehorende zandwinkvakken S7AC en S7AE gepresenteerd, vergeleken en toegelicht. Hierbij is gefocust op de karakteristieke mediane korrelgrootte (D_{50}).

Samengevat kan voor het suppletievak het volgende geconcludeerd worden met betrekking tot de overeenkomst in de mediane korrelgrootte met de beoogde zandwinkvakken:

De mate van overeenkomst is beperkt voor **zandwinkvak S7AC**: de gemiddelde D_{50} in het zandwinkvak tot een maximale windiepte van 6 m ten opzichte van het maaiveld is gemiddeld 21% grover dan de gemiddelde D_{50} op het strand in het suppletievak volgens Van Bemmelen (1988). Vooral tussen 0 en 2 m diep is de D_{50} grover, tussen 2 en 6 m diep wordt de D_{50} steeds kleiner.

De mate van overeenkomst is redelijk voor **zandwinkvak S7AE**: de gemiddelde D_{50} in het zandwinkvak tot een maximale windiepte van 4 m ten opzichte van het maaiveld is gemiddeld 17% grover dan de gemiddelde D_{50} op het strand in het suppletievak volgens Van Bemmelen (1988). Vooral tussen 0 en 2 m diep is de D_{50} groot. Tussen 2 en 4 m diep is de D_{50} kleiner, maar deze is wel gebaseerd op zeer weinig boringen waardoor de betrouwbaarheid minder wordt geacht. Aanvullende boringen die tot de maximale windiepte reiken zijn nodig om met grotere zekerheid conclusies over de diepte-intervallen van 2 tot 4 m te trekken.

Voor beide zandwinkvakken is zichtbaar dat het grofste zand, dat het meest afwijkt van de D_{50} in het suppletievak, in de bovenste twee meter ligt. Hier wijkt de D_{50} 37% en 40% af voor de zandwinkvakken S7AC en S7AE (o.b.v. de data van Van Bemmelen (1988)). Vanwege de eerdere suppleties waarvoor zand gewonnen is, is deze laag waarschijnlijk al grotendeels weg, en is de overeenkomst van het resterend zand uit beide vakken beter dan het huidig gemiddelde.

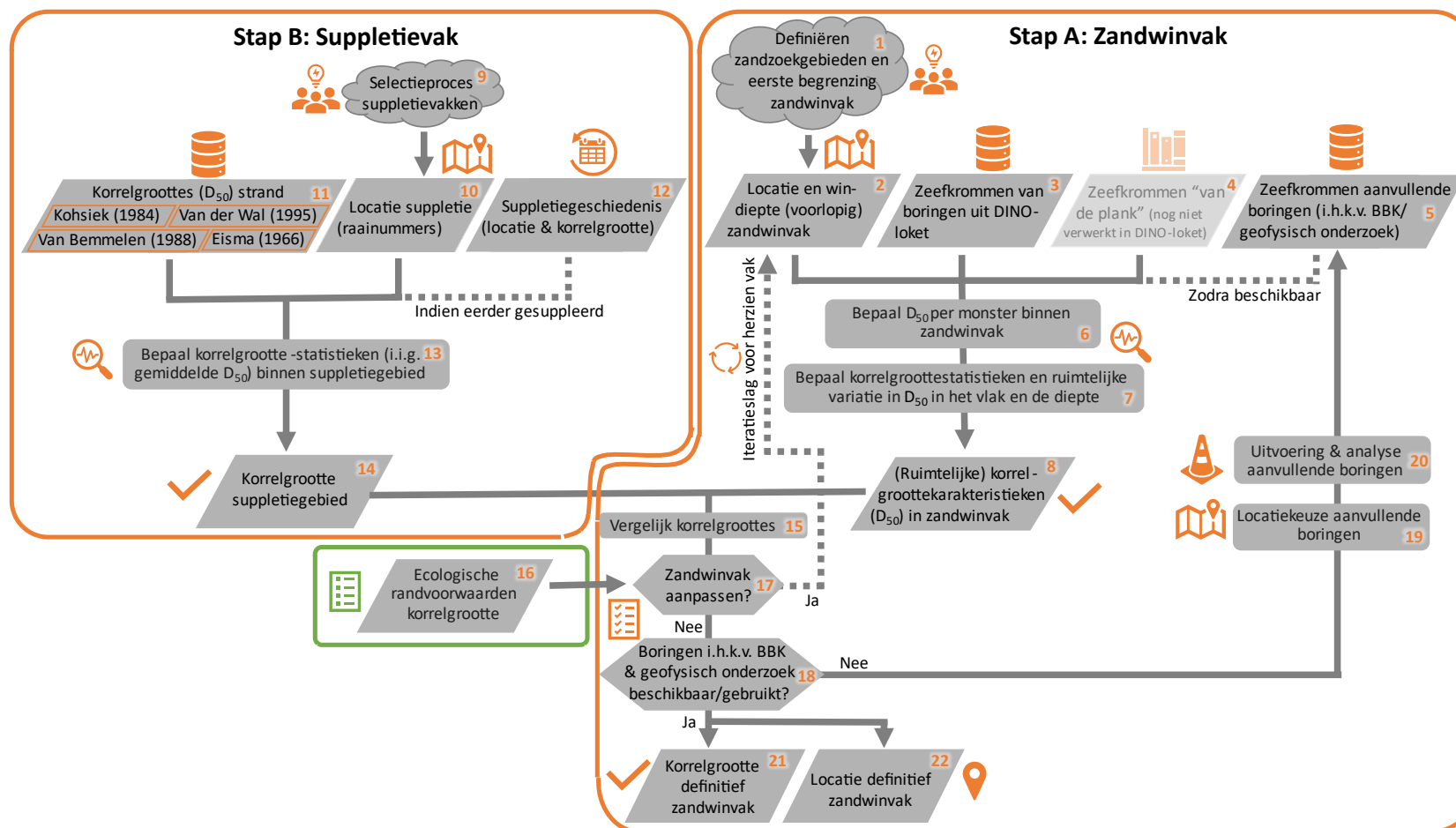
Bronnen

- Arcadis, 2013. Beheer bibliotheek schouwen; Morfologie en ingrepen. Rapport met kenmerk C03041.003080.
- Arcadis, 2019. Korrelgrootte van zandwingebied tot strand. Rapport.
- Arcadis, 2021. Memo 'Analyse korrelgrootte zandwin- en suppletiegebieden 2020-2021 - Volledig' d.d. 8 april 2021. Referentie D10021189 65, status definitief.
- Arcadis, 2022a. Korrelgrootte strand en duinen Vlieland. Variatie in ruimte en tijd en de relatie met zandsuppleties. Referentie D10050943:3.
- Arcadis, 2022b. Ecologische gevolgen voor strand en duinen via morfologie en korrelgrootte van de geplande strandsuppletie Vlieland. In opdracht van Rijkswaterstaat Zee en Delta. Definitieve versie, 30 juni 2022.
- Baptist, M.J., J.E. Tamis, B.W. Borsje, en J.J. van der Werf (2009). Review of the geomorphological, benthic ecological and biogeomorphological effects of nourishments on the shoreface and surf zone of the Dutch coast. Wageningen IMARES Report IMARES C113/08, Deltares Z4582.50.
- Deltares, 2021. Memo 'Aanvullende veldgegevens zandwinkvak L17-1'. Documentkenmerk 11206108-005-BGS-0008.
- Eisma, D., 1968. Composition, origin and distribution of Dutch coastal sands between Hoek van Holland and the island of Vlieland. Proefschrift Universiteit Groningen.
- Elias, E.P.L., A. J.F. Van der Spek, S. G. Pearson & J. Cleveringa. 2019. Understanding sediment bypassing processes through analysis of highfrequency observations of Ameland Inlet, the Netherlands. Marine Geology v. 415.
- Holzhauser, H., B.W. Borsje, P.M.J. Herman, C.A. Schipper, K.M. Wijnberg. Submitted to Journal of Ocean and Coastal Management - special issue Future Dutch Coast. The geomorphology of an ebb-tidal-delta linked to benthic species distribution and functionality.
- Kohsiek, L.H.M., 1984. De korrelgrootte karakteristiek van de zeereep (stuifdijk) langs de Nederlandse kust, RWS. Rijkswaterstaat, SEAWAD and Deltares, 2019. Datareport Kustgenese 2.0 measurements. Final version
- Rijkswaterstaat, 1998: Sedimentatlas Waddenzee, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat Rijksinstituut voor kust en zee; cd-rom.
- Stuyfzand, P.J., S.M. Arens en A.P. Oost, 2010. Geochemische effecten van zandsuppleties langs Hollands kust. KWR-rapport KWR 2010.048.
- Van Bemmelen, C.E., 1988. De korrelgrootte-samenstelling van het strandzand langs de Nederlandse Noordzee-kust. Rapport Universiteit Utrecht.
- Van der Wal, D., B.A.M.; Peters, W.H. van der Putten, O.F.R. van Tongeren, 1995. Inventariserend onderzoek naar de ecologische effecten van zandsuppletie. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. Ministerie van Verkeer en Waterstaat: The Netherlands. 110 pp.
- Zwarts, L., 2004: Bodemgesteldheid en mechanische kokkelvisserij in de Waddenzee. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat RIZA rapport RIZA/2004.028. incl. cd-rom.

Bijlage 1. Stappenplan beoordeling korrelgroottes

Het in deze bijlage beschreven stappenplan is overgenomen uit het memo “Korrelgrootte zandwin- en suppletiegebieden” (d.d. 15 oktober 2019). Een wijziging ten opzichte dit oorspronkelijk memo is dat in het voorliggend memo primair de dataset van Van Bemmelen (1988) is gebruikt voor het bepalen van de mediane korrelgrootte op de suppletielocatie, omdat deze de korrelgroottes op het strand beschrijft. Deze dataset was nog niet bekend bij het schrijven van de aanpak in 2019. Tot 2022 is de dataset van Kohsiek (1984) primair gebruikt, die de korrelgroottes in de duinen beschrijft. Aangezien de beschouwde suppleties op het strand plaatsvinden, is de dataset van Van Bemmelen (1988) representatiever voor de korrelgrootte op suppletielocatie.

Figuur 6-1 toont een algemeen toepasbare workflow voor het bepalen en vergelijken van de korrelgrootte in een strandsuppletievak en bijbehorend zandwink. Deze workflow beschrijft de ‘ideale situatie’ waarbij de benodigde data reeds beschikbaar en bruikbaar is, en de boringen die gezet worden in het kader van het besluit bodemkwaliteit (BBK) uitgevoerd worden nadat het definitieve zandwink vastgesteld is. Onder het figuur worden de verschillende databronnen en acties toegelicht, samen met potentiële afwijkingen van de ideale situatie. De nummers in de tekst (#) verwijzen naar de nummers van de datasets en acties in Figuur 6-1.



Figuur 6-1 Workflow voor bepalen en vergelijken van de korrelgrootte in een suppletievak en bijbehorend zandwink.

Stap A: Zandwinkvak

Het vaststellen van de korrelgrootte in het zandwinkvak is een meer complex en tijdrovend proces dan stap B, aangezien iteratieslagen nodig kunnen zijn om te bepalen of het zandwinkvak voldoet aan (onder andere) de korrelgrootte-eisen, en data over de korrelgrootte niet altijd op het gewenste moment beschikbaar is. Daarom kunnen de eerste stappen van Stap A reeds in gang gezet worden voor Stap B. Stap B moet wel afgerond zijn voor de eerste vergelijking met de korrelgroottes in het (voorlopige) zandwinkvak plaatsvindt (15).

Het proces begint met het vaststellen van het (voorlopig) zandwinkvak (1). Hierbij wordt gekozen voor een bestaand of nieuw zandwinkvak. Voor een nieuw zandwinkvak, wordt het zandzoekgebied op basis van de MER-voorwaarden gedefinieerd. Hierbinnen wordt vervolgens een concept zandwinkvak geselecteerd. Zowel de ligging van het zandwinkvak in het vlak (x-y-coördinaten) als een eerste, ruime inschatting van de maximale windiepte (2) worden (voorlopig) vastgesteld. Naar aanleiding van onder andere de geschiktheid van de korrelgrootte in het vak kan op een later moment nog besloten worden het vak aan te passen (17).

Als het zandwinkvak vaststaat, worden de zeefcurves van de monsters uit de beschikbare boringen (3, 4, 5) binnen dit vak en binnen de windiepte geselecteerd en omgezet naar D_{50} -waarden (6). Vervolgens worden deze D_{50} -waarden gebruikt om de korrelgroottestatistieken en ruimtelijke variatie in de korrelgrootte binnen het vak te bepalen (7, 8). De statistieken omvatten in ieder geval het gemiddelde, maar bij voorkeur ook het minimum, het maximum, de range en de standaarddeviatie. Vanwege potentiële variatie in korrelgrootte in de diepte, worden de statistieken per diepte-interval binnen de maximale windiepte bepaald (bijv. 0-2 m onder het bodemoppervlak, 2-3 m, 3-4 m, etc.). Dit maakt het mogelijk om te besluiten om de windiepte te reduceren indien de onderste intervallen te grote afwijkingen in de korrelgrootte bevatten. Daarnaast wordt de ruimtelijke variatie in de korrelgrootte in het vlak bepaald door per diepte-interval een kaart te maken van het suppletievak met per boring de gemiddelde D_{50} binnen het diepte-interval. Dit maakt het mogelijk om te besluiten om geen zand te winnen uit een deel van het vlak indien de korrelgrootte te veel afwijkt van die in het suppletievak.

De belangrijkste dataset die in eerste instantie gebruikt wordt voor het bepalen van de korrelgrootte(variatie) in het zandwinkvak (6, 7), is die in het DINO-loket. Het DINO-loket bevat de gegevens uit de DINO-database en de Landelijke Voorziening BRO, waaronder zeefcurves van sedimentmonsters uit boringen in de Noordzee (3). In theorie bevat DINO-loket alle boringen van de Nederlandse ondergrond. In praktijk kan een deel van de recent ingewonnen gegevens nog niet zijn verwerkt en opgeslagen in de DINO-database. Een check intern bij Rijkswaterstaat en/of de beheerder van het DINO-loket (TNO) om te vragen of er nog gegevens 'van de plank' (4) beschikbaar zijn is daarom aan te bevelen, zodat deze ook meegenomen kunnen worden om zo een vollediger en actueler beeld van de korrelgrootte te vormen. Tenslotte zullen er in het kader van het Besluit Bodemkwaliteit (BBK) en het geofysisch onderzoek van het zandwinkgebied/-vak gedurende het traject ook korrelgroottegegevens beschikbaar komen uit boringen die hiervoor verricht worden (5). Deze worden meegenomen zodra ze beschikbaar komen. In het geval van een nieuw zandwinkvak, zal dit waarschijnlijk na het doorlopen van de eerste van de korrelgroottevergelijking zijn (bij stap 18).

Voor alle monsters geldt dat deze bruikbaar zijn als de gegevens beschikbaar zijn in een bewerkbaar digitaal format (bijvoorbeeld .xls, .csv of .txt), waarbij ten minste de volgende gegevens aanwezig zijn:

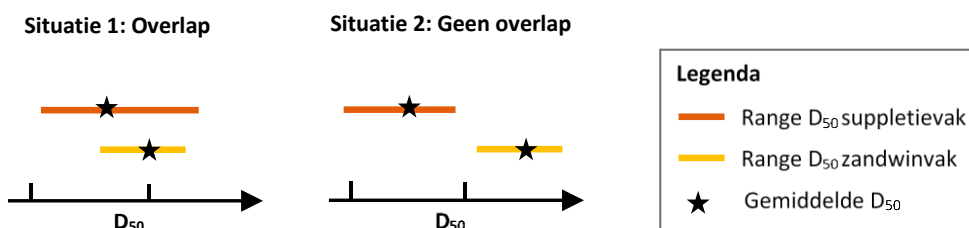
1. zeefkromme (maasgrootte van de zeef met bijbehorend doorvalpercentage o.b.v. gewicht);
2. x-y-coördinaat van de boring waar het monster uit genomen is;
3. diepte waarop het monster genomen is (onder- en bovengrens).

Vergelijking van de korrelgroottes

Zodra de bovenstaande stappen doorlopen zijn, zal ook Stap B (het bepalen van de korrelgrootte in het suppletievak) afgerond moeten worden voor Stap A vervolgd kan worden. Als deze (ruimtelijke) korrelgroottekenmerken in het (voorlopige) zandwinkvak (8) het suppletievak (14) bekend zijn, worden deze kwantitatief met elkaar vergeleken (15). Hierbij wordt in eerste instantie gekeken naar het percentuele verschil tussen de gemiddelde D_{50} -waarden, met in acht name van de factoren zoals benoemd in hoofdstuk 3.3.

Op basis van de kwantitatieve korrelgroottevergelijking (15) en ecologische randvoorwaarden die gesteld worden aan de korrelgrootte (16), wordt vervolgens een waarde toegekend aan de mate van de afwijking in de korrelgrootte. Hiermee wordt besloten of het zandwinkvak aangepast moet worden (17). Voor deze afweging is het belangrijk om het volgende mee te nemen:

1. Als de gemiddelde D_{50} te veel afwijkt, kan eventueel op basis van de grote overlap in de variatie in de korrelgrootteverdeling in het zandwinkvak en het suppletiegebied alsnog besloten worden dat deze afwijking acceptabel is en geen wijziging in het zandwinkvak nodig is (Figuur 6-2).
2. Het is sterk aan te raden de beschikbare kennis over de regionale opbouw van de ondergrond in en nabij het zandwinkvak mee te nemen om te bepalen of een aanpassing in het zandwinkvak - en zo ja, welke - effectief zal zijn om de korrelgrootte in de gewenste range te krijgen. Elke lithostratigrafische eenheid (laag met vergelijkbare sedimentsamenstelling) heeft karakteristieke eigenschappen (vanwege de ontstaansgeschiedenis ervan) en een verwachte variatie in de korrelgrootte. Het meenemen van de verspreiding (zowel in de diepte als het vlak) van de lithostratigrafische eenheden helpt om een gefundeerde inschatting te maken van de korrelgrootte in de ondergrond rondom de boringen. Deze geologische beschrijving van het zandwinkvak is opgenomen in het winningsoordeel-evaluatierapport voor het zandwinkvak in het kader van het MEP.



Figuur 6-2 Theoretische variatie in de D_{50} in een suppletievak en bijbehorend (voorlopig) zandwinkvak. De gemiddelde D_{50} wijkt af, maar de variatie in D_{50} in het zandwinkvak is zodanig klein dat deze binnen de range van het suppletievak valt. Daarom kan besloten worden dat ondanks het verschil in het gemiddelde, het zand uit het winkvak voldoet als suppletiezand.

Indien (een deel van) het zandwinkvak (in het vlak of in de diepte) een te grote afwijking in de korrelgrootte vertoont, kan de locatie van het zandwinkvak aangepast worden door een ander vak te gebruiken, een deel van het vlak niet mee te nemen en/of door de windiepte (lokaal) te verkleinen. Het is met de huidige zandwin-technieken niet mogelijk om een tussenliggend interval uit te sluiten. Als het vlak wordt aangepast, resulteert dit in een nieuwe locatie van het (voorlopig) zandwinkvak (2) en wordt het bepalen van de (ruimtelijke) korrelgrootte-karakteristieken (6, 7, 8) en het vergelijken met de korrelgrootte in het suppletievak (15) herhaald.

Als de korrelgrootte in het zandwinkvak en in het suppletievak voldoende overeenkomen, kunnen de locaties voor de aanvullende boringen in het kader van het BBK en/of het geofysische onderzoek vastgesteld worden (19) indien dit nog niet is gebeurd (18). Bij voorkeur vindt dit pas plaats als alle stappen tot en met stap 18 doorlopen zijn, zodat de aanvullende boringen alleen in het gebied dat nog een optie is gezet hoeven te worden. In die gevallen waar het aantal boringen in het zandwingebed uit het DINO-loket (3) en van de plank (4) beperkt of zelfs nul zijn, is het wenselijk de aanvullende boringen reeds aan het begin van stap A uit te voeren in het voorlopige zandwinkvak. Zodra de aanvullende boringen uitgevoerd en geanalyseerd zijn (20), kunnen de resulterende zeefkrommen meegenomen worden in het bepalen van de korrelgrootte-karakteristieken van het zandwinkvak (6, 7). Mogelijk moet op basis van deze nieuwe informatie en vergelijking (15) vervolgens het zandwinkvak nog wat verder aangepast worden (17).

Als uiteindelijk de aanvullende boringen meegenomen zijn en de benodigde iteratieslagen voor het verbeteren van het zandwinkvak zijn uitgevoerd, kunnen de korrelgrootte-karakteristieken van het vak (21) en de locatie van het vak (incl. windiepte) (22) definitief gemaakt kan worden.

Stap B: Suppletievak

Stap B kan gelijktijdig met of later dan Stap A gestart worden. Nadat vastgesteld is wat de locatie van de strandsuppletie wordt (raainummers en type suppletie: strand/vooroever) (9, 10), worden de korrelgroottestatistieken binnen het suppletiegebied bepaald (13, 14) op basis van de beschikbare korrelgroottegegevens (11). Deze korrelgroottegegevens (11) worden in de volgende paragraaf nader toegelicht. De statistieken (12) omvatten minimaal het bepalen van de gemiddelde D_{50} (mediane korrelgrootte). Daarnaast geeft het minimum, maximum, de range en de standaarddeviatie van de D_{50} inzicht in de variatie in de korrelgrootte binnen het vak, wat helpt om later in de vergelijking met de korrelgroottes in het zandwinvak te bepalen of een afwijking in de gemiddelde D_{50} acceptabel is. In veel gevallen is er in het suppletievak eerder al een strandsuppletie uitgevoerd (na 1982: het jaar van bemonstering door Kohsiek) (12). Indien dit het geval is, zal het effect van deze suppletie(s) op de korrelgrootte op het strand meegenomen moeten worden, aangezien niet zonder meer aangenomen kan worden dat de korrelgrootte op het strand ongewijzigd gebleven is sinds 1982. In het ideale geval is na de laatste suppletie het sediment op het strand bemonsterd, en zijn de zeefkrommen van deze bemonstering intern bij Rijkswaterstaat beschikbaar. In dit geval kan de korrelgrootte voor het betreffende deel van het strand op deze zeefkrommen gebaseerd worden. Echter is het realistischer dat enkel de beunkorrelgegevens uit het winvak dat gebruikt is voor de suppletie(s) intern bij Rijkswaterstaat beschikbaar zijn. Deze gegevens kunnen als indicatie van de korrelgrootte van het stranddeel waar het zand terecht is gekomen gebruikt worden in plaats van de andere gegevens (11). Indien deze beungegegevens ook niet beschikbaar zijn, zullen nieuwe monsters van het huidige strand genomen en geanalyseerd moeten worden om de representatieve korrelgrootte in het strandsuppletievak (13) te bepalen. Dit is ook aan te raden op locaties waar meerdere suppleties van verschillende omvang zijn uitgevoerd, en als de verschillen tussen de beungegegevens en de reeds beschikbare korrelgroottegegevens (11) groot zijn.

Korrelgroottegegevens suppletievakken

Voor het bepalen van de korrelgroottestatistieken in het suppletievak zijn verschillende datasets beschikbaar met korrelgroottes die bepaald zijn met een zeefanalyse (11). Deze datasets zullen eenmalig in een digitale dataset (bijv. een excelbestand) omgezet moeten worden, die vervolgens voor elke suppletie makkelijk toegankelijk is. Echter, niet alle datasets zijn bruikbaar voor alle locaties.

Kohsiek (1984)²

De belangrijkste dataset is de dataset van Kohsiek (1984). Deze bevat D_{50} -waarden voor de gehele Nederlandse kust die op dezelfde manier zijn bepaald, waardoor deze dataset het breedst inzetbaar is. Van oorsprong zijn de uniforme korrelgroottebepalingen uitgevoerd ten bate van de berekeningen van de duinafslag. De monsters zijn genomen in de duinen. De korrelgroottes zijn bepaald met behulp van een zeefanalyse. *Er is voorbehandeling toegepast waarbij de kalkfractie is verwijderd. De eventueel aanwezige organische fractie is niet verwijderd.*

Bij het gebruik van deze dataset moet opgelet worden dat uitgevoerde kustversterkingen na 1982 (versterking en aanleg van duinen) geresulteerd kunnen hebben in D_{50} -waarden die groter zijn de D_{50} -waarden van Kohsiek (1984). Het grover worden van het zand van de waterkering is onderdeel van de versterking van Katwijk, Noordwijk, de Hondsbossche en Pettemer Zeewering en mogelijk ook Scheveningen. Voor deze locaties zijn nieuwe sedimentmonsters nodig om een representatieve korrelgrootte uit af te leiden. De data van Kohsiek (1984) is digitaal beschikbaar, o.a., als basis bestand voor het uitvoeren van duinafslagberekeningen. De data is opgenomen in het rapport Duinafslag (ENW, 2007) en voorgangers daarvan.

Van Bemmelen (1988)

De korrelgroottes van het strand, die zijn verzameld tijdens dezelfde monstercampagne als de duinmonsters van Kohsiek (1984), zijn gerapporteerd in Van Bemmelen (1988). In Van Bemmelen (1988) zijn alleen de waarden van de korrelgroottes iedere 20 km opgenomen als getallen. De waarden voor de korrelgrootte rond de gemiddelde hoog- en laagwaterlijn voor de monsterlocaties op 2 km afstand (deze locaties komen overeen met de locaties van Kohsiek, 1984) zijn in grafieken opgenomen en niet als getallen beschikbaar. Deze grafieken zijn in 2023 gedigitaliseerd waardoor de D_{50} voor de gehele kustlijn beschikbaar is voor analyse.

² Recente bestudering van het rapport van Kohsiek (1984) heeft geleerd dat de voordat de korrelgroottebepaling heeft plaatsgevonden de kalkfractie is verwijderd. De oorspronkelijke tekst is hierop aangepast. De cursieve tekst is gewijzigd ten opzichte van, of een aanvulling op de eerdere versies van deze tekst.

Van der Wal et al. (1995)

De tweede dataset is van Van der Wal et al. (1995). Door Van der Wal et al. zijn monsters verzameld op een aantal locaties langs de kust, waarvan de korrelgrootteverdeling is bepaald. *Tabel 6-1* geeft de locaties waarvoor door Van der Wal et al. (1995) de korrelgrootte van het strand is bepaald in de referentiesituatie, dat wil zeggen in de situatie zonder dat een suppletie is uitgevoerd. Van der Wal et al. (1996) hebben ook analyses voor andere gebieden uitgevoerd, maar deze analyses hebben betrekking op gebieden waar al suppleties zijn uitgevoerd. De definitie van de D_{50} van Van der Wal et al. (1995) komt overeen met de definitie die in deze notitie wordt gehanteerd (50% van de gewichtsfraction). De waarde van de D_{50} is bepaald uit zeefkrommes, met een speciaal computerprogramma (GAPP). De analysemethode is zeven en er heeft geen voorbehandeling plaatsgevonden. De gegevens van Van der Wal et al. (1995) zijn beschikbaar in hun rapport.

Tabel 6-1 Overzicht van de referentielocaties waarvoor door Van der Wal et al (1995) korrelgroottebepalingen van het strand en duinen zijn uitgevoerd. Nota bene, het aantal locaties waar het betreffende onderzoek betrekking op heeft is groter. Van de locaties Vlieland, Ameland Bornrif, Noord-Holland Zwanenwater Goeree en Walcheren zijn geen korrelgroottebepalingen van het strand of duinen uitgevoerd. Van de locaties Texel Eierland zijn geen bepaling van de referentie uitgevoerd.

Locatie	Kustvak	Rijksstrandpalen
Midden & Bornrif	3 Ameland	RSP 8.4; RSP 12.2; RSP 15;
Eierland	6 Texel	RSP 26.6; RSP 27.4
Camperduin-Egmond	7 Noord-Holland	RSP 30.25; RSP 32.4
Meijndel	8 Rijnland	RSP 93.5
Kop	13 Schouwen	RSP 10.24; RSP 10.44; RSP 10.84

Eisma (1966)

De derde dataset is van Eisma (1966) en de bestaat uit analyses van de korrelgrootte van het strand van Holland (de locaties staan in *Tabel 6-2*). De korrelgroottes zijn bepaald met zeefanalyses, nadat de fijne fractie ($< 50 \mu\text{m}$) is verwijderd. Door Eisma wordt naast de D_{50} ook de variatie daarin opgenomen. Het is niet duidelijk op hoeveel monsters de getallen zijn gebaseerd en ook niet op welke wijze de D_{50} is bepaald uit de zeefkrommes. Vanwege de periode waarin het onderzoek is uitgevoerd, is het vermoeden dat een grafische analyse heeft plaatsgevonden. In de dataset van Eisma (1966) is de fijne fractie niet meegenomen in de berekening van de mediane korrelgrootte, waardoor de bepaalde D_{50} in theorie hoger is dan de D_{50} waarbij het volledige monster zou worden meegenomen. Maar aangezien het massapercentage van de fijne fractie op het strand over het algemeen zeer klein is, is dit verschil beperkt en zijn de gegevens bruikbaar. De gegevens staan in het proefschrift (Eisma, 1966) en zijn niet digitaal beschikbaar.

Tabel 6-2 Overzicht van de gebieden langs de Hollandse kust waarvoor door Eisma (1966) korrelgroottebepalingen van het strand zijn uitgevoerd.

Locatie	Kustvak	Rijksstrandpalen
Huisduinen - Grote Keeten	7 Noord-Holland	RSP 1-10
Grote Keeten - Petten	7 Noord-Holland	RSP 11-20
Camperduin - Bergen aan Zee	7 Noord-Holland	RSP 26-32
Bergen aan Zee - 'Vogelwater'	7 Noord-Holland	RSP 33-43
'Vogelwater' - Wijk aan Zee	7 Noord-Holland	RSP 44-52
Santpoort - De Zilk	8 Rijnland	RSP 57-71
De Zilk - Wassenaarse slag	8 Rijnland	RSP 72-92

Merk op dat datasets waarbij geen gebruik is gemaakt van een zeefanalyse, maar waarbij een laser-particle sizer is ingezet (o.a. Stuyfzandt et al., 2012), niet worden gebruikt voor het bepalen (en vergelijken) van de korrelgrootte in het suppletievak. Het gebruik van een andere analysetechniek levert namelijk dermate grote verschillen op in de korrelgrootte dat dit de vergelijking met de korrelgrootte in het zandwinkvak onmogelijk maakt.

Een kanttekening bij de drie genoemde datasets is dat deze enkel bruikbaar zijn voor strandsuppleties en niet voor vooroeversuppleties. De reden hiervoor is dat de sedimentmonsters op het strand (en soms in de duinen) genomen zijn, en deze waarden zijn door variatie in de korrelgrootte dwars op de kust niet representatief voor de vooroever. In de huidige beheerplannen zijn enkel eisen opgenomen met betrekking tot de overeenkomst tussen het zand op het strand en in het winkvak, niet voor suppleties op de vooroever. Mocht deze voorwaarde uitgebreid worden naar vooroeversuppleties, dan is geen standaard dataset met korrelgroottegegevens voorhanden voor vergelijking. In dergelijke gevallen volstaat de standaard workflow niet en zal onderzocht moeten worden of korrelgrootte-gegevens voor de bovenste sedimentlaag in het betreffende suppletiegebied uit een andere dataset beschikbaar zijn, of dat op de vooroever nieuwe monsters genomen en geanalyseerd moeten worden.

Bijlage 2. Eisen korrelgrootte suppletie in beheerplannen

N2k	Gebied	Onderdeel	Letterlijke tekst
NzKz	Noordzeekustzone	Witte duinen, grijze duinen en vochtige duinvalleien (strandsuppleties)	"De samenstelling en korrelgrootte van het zand bij strandsuppleties komt zo veel mogelijk overeen met het zand van het strand dat grenst aan de suppletielocatie."
Wz	Waddenzee	Witte duinen, grijze duinen en vochtige duinvalleien (strandsuppleties)	"De samenstelling en korrelgrootte van het zand bij strandsuppleties komt zo veel mogelijk overeen met het zand van het strand dat grenst aan de suppletielocatie. Toelichting: De aanwezige bodemfauna en het herstel na de suppletie is ondermeer gerelateerd aan de korrelgrootte van het aanwezige zand. Voor het Besluit bodemkwaliteit worden zandmonsters genomen in het wingebed. De gegevens daarvan zullen bij de beoordeling van de geschiktheid van de samenstelling en korrelgrootte van het zand betrokken worden, in combinatie met gegevens over de sedimentverdeling langs de kust."
SD	Schoorlse Duinen	Witte duinen (H2120), grijze duinen (H2130A en B), vochtige duinvalleien (H2190A, B en C)	"De samenstelling en korrelgrootte van het zand bij strandsuppleties komt zo veel mogelijk overeen met het zand van het strand dat grenst aan de suppletielocatie."
W&S	Westerschelde & Saefthinghe	Vooroever- en strandsuppleties	"De samenstelling en korrelgrootte van het zand bij strandsuppleties komt zo veel mogelijk overeen met het zand van het strand dat grenst aan de suppletielocatie."
Vde	Voordelta	Strandsuppletie	"De samenstelling en korrelgrootte van het zand bij strandsuppleties komt zo veel mogelijk overeen met het zand van het strand dat grenst aan de suppletielocatie."
Z&K	Zwin & Kievittepolder	Witte duinen, grijze duinen en duindoornstruwelen (strandsuppleties)	"De samenstelling en korrelgrootte van het zand bij strandsuppleties komt zo veel mogelijk overeen met het zand van het strand dat grenst aan de suppletielocatie."
KZ	Kennemerland Zuid	Strandsuppleties	De samenstelling en korrelgrootte van het zand bij strandsuppleties komt zo veel mogelijk overeen met het zand van het strand dat grenst aan de suppletielocatie.
NHD	Noordhollands Duinreservaat	Strandsuppleties	"De samenstelling en korrelgrootte van het zand bij strandsuppleties komt zo veel mogelijk overeen met het zand van het strand dat grenst aan de suppletielocatie."
S&K	Solleveld & Kapittelduinen	Strandsuppleties	"het zand dat op het strand komt qua samenstelling en korrelgrootte zoveel mogelijk overeen met het zand van het strand dat grenst aan de suppletielocatie"
W&W	Westduinpark & Wapendal	Strandsuppleties	"het zand dat op het strand komt, heeft een D ₅₀ korrelgrootte van 180-300 µm"
098 W&W	Westduinpark & Wapendal	Strandsuppleties	"zand dat direct op het strand wordt aangebracht met de bedoeling dat het kan gaan stuiven heeft bij voorkeur een maximaal organisch stofgehalte <0,5%, een maximaal lutumgehalte (<2µm) van 2% en een maximaal slibgehalte (<16µm) van 3%"
M&B	Meijndel & Berkheide	Strandsuppleties	"Voor de samenstelling en korrelgrootte van het zand bij zandsuppleties geldt dat deze zo veel mogelijk overeenkomt met het zand van het strand dat grenst aan de suppletielocatie."

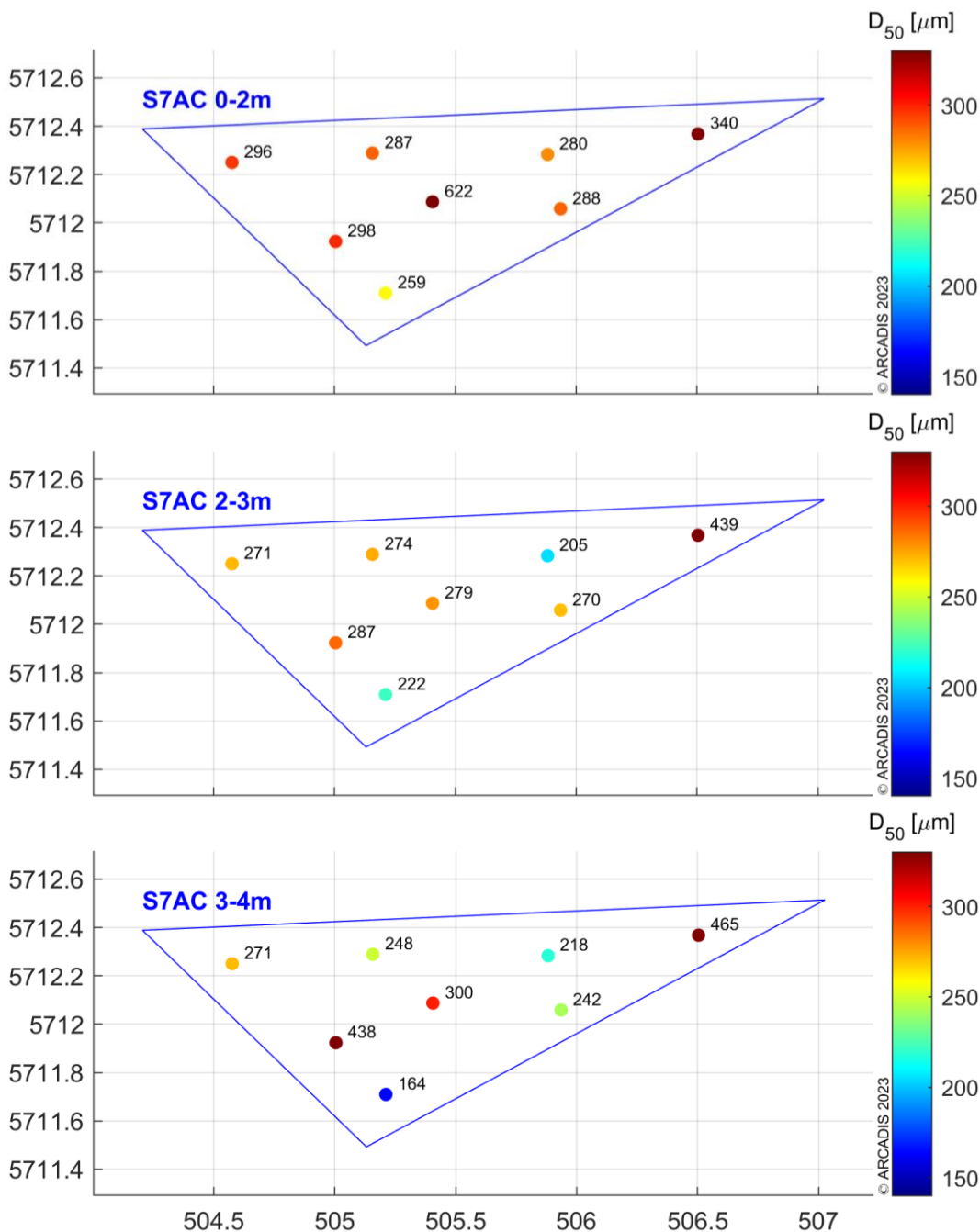
Bijlage 3. Statistieken korrelgrootte zandwinvakken

De onderstaande tabel toont de korrelgroottestatistieken van de zandwinvakken per diepte-interval tot aan de maximale zandwindiepte. De gemiddelden komen overeen met de waarden in het overzicht ter vergelijking van het suppletievak en de zandwinvakken. Deze waarde is het gemiddelde van de boringen in de zandwinvakken, waarbij de waarde per boring het gemiddelde is van alle monsters in de boring binnen het betreffende diepte-interval. Voor de andere statistieken (het minimum, het maximum, de range en de standaarddeviatie) zijn de individuele D_{50} -waarden van de monsters gebruikt en dus niet de gemiddelden per boring.

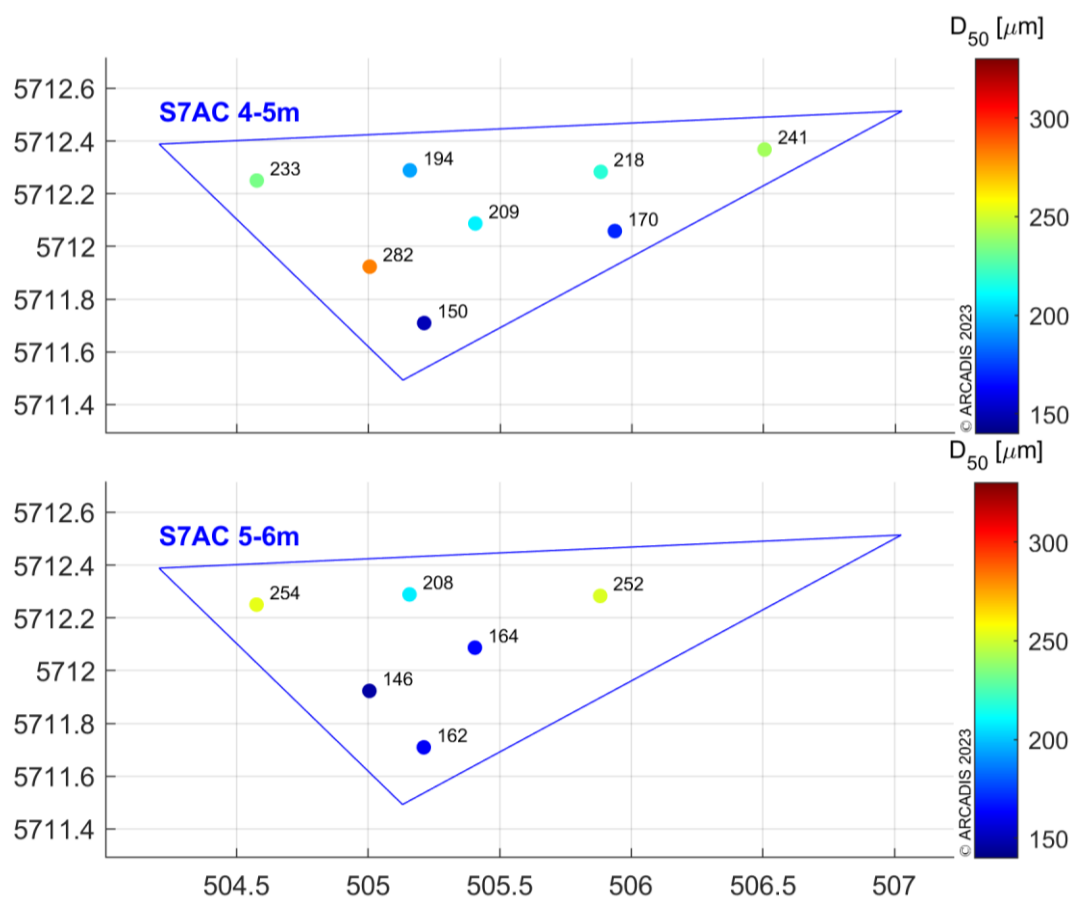
Zandwinvak	Diepte	$D_{50} [\mu m]$					Aantal monsters	Aantal boringen
		Gem.	Min.	Max.	Range	Std.dev.		
S7AC	0-2 m -mv	334	259	622	363	119	25	8
	2-3 m -mv	281	205	439	234	70	8	8
	3-4 m -mv	293	164	465	302	106	9	8
	4-5 m -mv	212	150	282	132	42	9	8
	5-6 m -mv	198	147	254	108	48	6	6
S7AE	0-2 m -mv	297	223	366	143	37	37	12
	2-3 m -mv	227	224	229	5	-	2	2
	3-4 m -mv	242	238	245	7	-	3	3

Bijlage 4. Ruimtelijke variatie in D_{50} binnen de zandwinvakken S7AC en S7AE

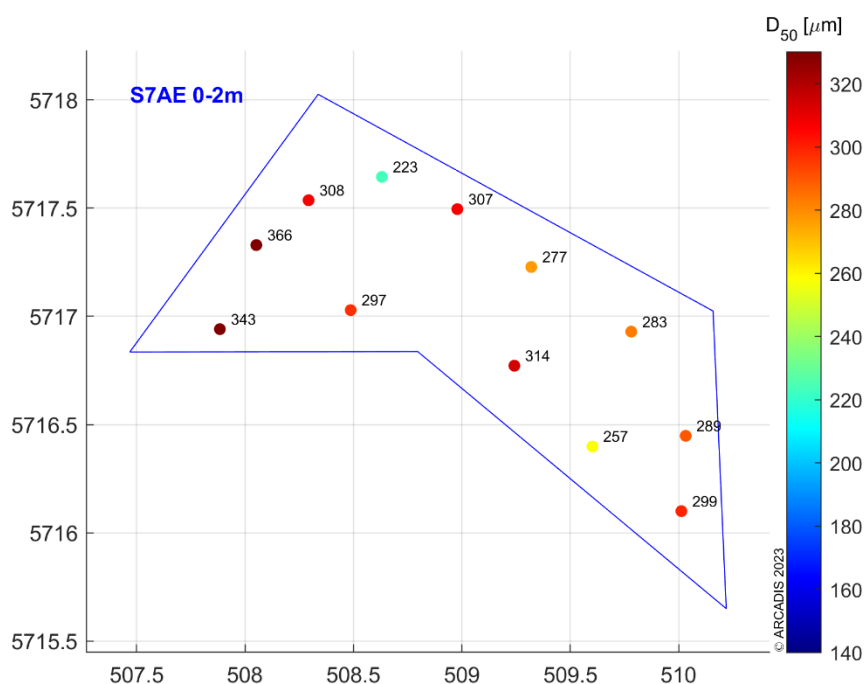
Hieronder wordt met behulp van kaarten de ruimtelijke variatie in de D_{50} zichtbaar gemaakt per diepte-interval binnen de zandwindiepte van de zandwinvakken. Voor elke boring is de gemiddelde D_{50} gegeven als er meerdere D_{50} -waarden binnen het diepte-interval aanwezig waren. Alle dieptes zijn gegeven ten opzichte van de oorspronkelijke maaiveldhoogte (ten tijde van het zetten van de boringen).



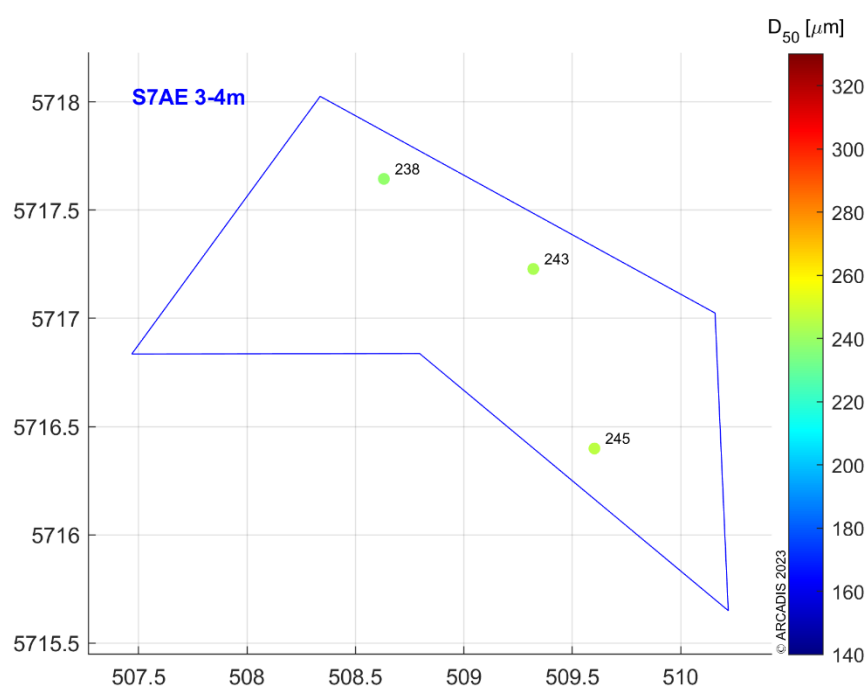
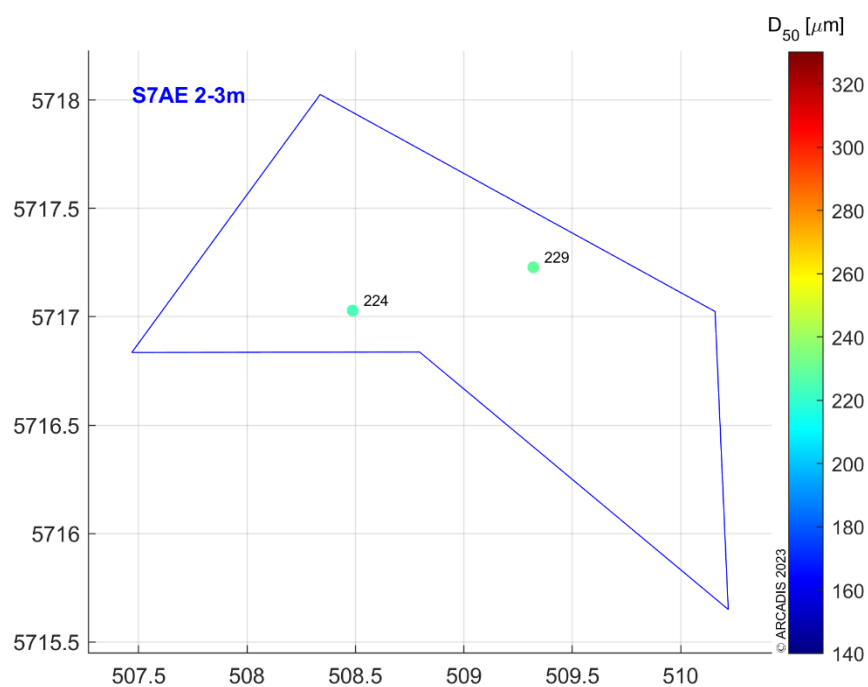
Figuur 6-3. Ruimtelijke variatie in D_{50} op een diepte van 0-2 m, 2-3 m en 3-4m onder het oppervlak in zandwinvak S7AC.



Figuur 6-4 Ruimtelijke variatie in D_{50} op een diepte van 4-5m en 5-6m onder het oppervlak in zandwinvak S7AC.



Figuur 6-5 Ruimtelijke variatie in D_{50} op een diepte van 0-2 m onder het oppervlak in zandwinvak S7AE.



Figuur 6-6 Ruimtelijke variatie in D_{50} op een diepte van 2-3 m en 3-4m onder het oppervlak in zandwinvak S7AE.

Colofon

STRANDSUPPLETIES CADZAND
BORINGDOCUMENT NATUUR

KLANT

Rijkswaterstaat

AUTEUR

Dethmer Smeets, Max Wielders, Martijn van der Meer, Bart Schoon en Cas Dinjens

ONZE REFERENTIE

WASE5H3JW77F-350239261-2022:1

DATUM

20 juni 2023

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

Belinda Kater en Sarina Versteeg

Over Arcadis

Arcadis is de leidende wereldwijd opererende ontwerp- en consultancyorganisatie op het gebied van de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij helpen onze klanten en de maatschappij met doeltreffende, duurzame en digitale oplossingen. Wij zijn met 36.000 mensen actief die in ruim zeventig landen meer dan €4,2 miljard aan omzet genereren. Wij helpen UN-Habitat met onze mensen, die kennis en expertise leveren om de moeilijke leefomstandigheden te verbeteren in gebieden die lijden onder de gevolgen van klimaatverandering.

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

T +31 (0)88 4261 261

Arcadis. Improving quality of life

Volg ons op



[Arcadis](https://www.linkedin.com/company/arcadis)



[arcadis_nl](https://twitter.com/arcadis_nl)



[ArcadisNetherlands](https://www.facebook.com/ArcadisNetherlands)