

De Zeven Broeders, 2021-2025

Rapport 28 juli 2025, RAP2025.06

Bas Arens & Paul van Dijk

Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek en La Digue



Inhoud

INHOUD	2
1 INLEIDING	3
2 METHODEN	4
2.1 Kartering van dynamiek	4
2.2 Hoogteveranderingen	5
2.3 Veldbezoek	5
3 RESULTATEN	6
3.1 Ontwikkeling per kerf	11
3.2 Nabeheer	13
3.3 Veldbezoek	13
4 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	15
5 LITERATUUR	16
BIJLAGE A. KARTERINGEN DYNAMIEK	A1
BIJLAGE B. HOOGTELIKKING	B1
BIJLAGE C. HOOGTEVERSCHILKAARTEN LASERALTIMETRIE	C1
BIJLAGE D. VELDBEZOEK ZEVEN BROEDERS	D1

1 Inleiding

In de winter van 2020-2021 zijn in de zeereep ten zuiden van Zandvoort, ten noorden van de stuifkuilen van Noordvoort, zeven kleine, langgerekte kerven gegraven, de zogenaamde Zeven Broeders. De kerven zijn allen in een richting variërend van zuidwest naar noordoost tot westzuidwest naar oostnoordoost aangelegd, vergelijkbaar met de oriëntatie van de meeste dynamische structuren langs de Hollandse kust. Ze zijn doorgegraven tot op het strand. Bij het graven is geen zand afgevoerd, de kerven zijn als sleuven verlaagd, het vrijkomende zand is langs de randen van de sleuven afgezet. De aanleg is daarmee anders dan bij de stuifkuilen van Noordvoort, die schotelvormig zijn aangelegd, waarbij binnen de schotelvorm 1-2m is afgegraven en waar het vrijkomende zand op het strand, in de duinvoet is afgezet. Na drie jaar van ontwikkeling is het tijd te onderzoeken wat de ontwikkeling is, en hoe deze zich verhoudt tot de ontwikkeling van de nabij gelegen stuifkuilen van Noordvoort. Hiertoe is een monitoring opgezet vergelijkbaar als die bij Noordvoort, bestaande uit een luchtfotokartering van de verstuivingsdynamiek en uit een analyse van de hoogteontwikkeling op basis van de beschikbare hoogtegegevens van Rijkswaterstaat (het AHN-hoogdynamisch, voorheen de Jarkus-metingen). Incidenteel vinder er ook veldbezoeken plaats. De resultaten van de monitoring zijn beschreven in dit rapport.

2 Methoden

De opzet van de monitoring is hetzelfde als die voor de stuifkuilen van Noordvoort. Er is gebruik gemaakt van luchtfoto's, voor het karteren van dynamiek, en hoogtegegevens, om de mate van hoogteveranderingen (erosie en depositie) te kunnen bepalen en te kwantificeren.

2.1 Kartering van dynamiek

Op basis van de luchtfoto's van 2021 en 2024 zijn karteringen van dynamiek gemaakt, waarbij de kartering van 2021 dient als de uitgangssituatie. De gebruikte legenda is volgens Tabel 1 en met een generalisering volgens Tabel 2. De karteringen van 2021 en 2024 zijn opgenomen in Bijlage A. Op basis van de karteringen is onderzocht hoe de oppervlaktes van overstoven en eroderende delen in de loop van de tijd veranderen, voor het gebied in zijn geheel en voor de verschillende kerven.

Tabel 1. Legenda Dynamiekkartering.

Label	Omschrijving	Generalisatie
A1	actieve overstuiving, vegetatie niet meer herkenbaar	Aa
A1/2	complex van A1 en A2	Aa
A2	actieve overstuiving, vegetatie herkenbaar	Aa
A2/3	complex van A2 en A3	Ab
A3	geringe overstuiving, strooizone	Ab
B	stuifkuil	O
Bs	afstortingen binnen stuifkuil	O
O	onbegroeid, actief, overwegend erosief	O
S0	actieve duinvorming in pioniervegetatie	Sa
S1	beginnende stabilisatie	Sb
S2	grotendeels gestabiliseerd, nog niet volledig begroeid	Sc
S2/3	complex van S2 en S3	Sc
S3	volledig gestabiliseerd en begroeid	Sc

Tabel 2. Generalisatie van dynamiekeenheden tot dynamiekklassen.

Code	omschrijving
Aa	sterke overstuiving
Ab	matige overstuiving
O	kaal zand (vaak erosief)
Sa	embryonale duinen / nebkha's
Sb	beginnende stabilisatie, nog niet geheel begroeid
Sc	gestabiliseerd, geheel dichtgegroeid

De gebruikte luchtfoto's zijn tegenwoordig beschikbaar via beeldmateriaal.nl of via het portal van Esri. Het betreft de hoge resolutiefoto's. Deze worden over het algemeen opgenomen in het bladloze seizoen. Voor de analyse zijn luchtfoto's gebruikt met de volgende data 27-04-2021 en 28-08-2024. De opname van 2024 is erg laat, als de jaarlijkse uitbreiding van de vegetatie maximaal is. Dit zal van invloed zijn op de dynamiekkartering. In vergelijking tot het vroege voorjaar van 2024 zal er veel meer vegetatie aanwezig zijn en zullen sporen van overstuiving van het stormseizoen al niet meer, of

nog maar gedeeltelijk zichtbaar zijn. Daar komt bij dat 2024 een zeer natte zomer kende, waardoor de vegetatieontwikkeling waarschijnlijk extremer was dan in een gemiddeld jaar.

2.2 Hoogteveranderingen

Met behulp van de jaarlijkse laseraltimetriegegevens van Rijkswaterstaat zijn hoogteverschillen berekend voor de jaren 2020-2021, 2021-2022, 2022-2023 en 2023-2024 en voor de totale periode, 2020-2024. De hoogteverschillen voor 2020-2021 geven de contouren van de aanleg, waarbij goed is af te leiden hoe diep de verschillende kuilen zijn gegraven en hoe het om de kerven opgebrachte zand is neergelegd. Voor de gegraven kerven zijn de hoogteverschillen per jaar uitgewerkt en beschreven. Hoogtekaarten zijn opgenomen in Bijlage B. De hoogteverschilkaarten per jaar en voor een aantal meerjarige periodes zijn opgenomen in Bijlage C.

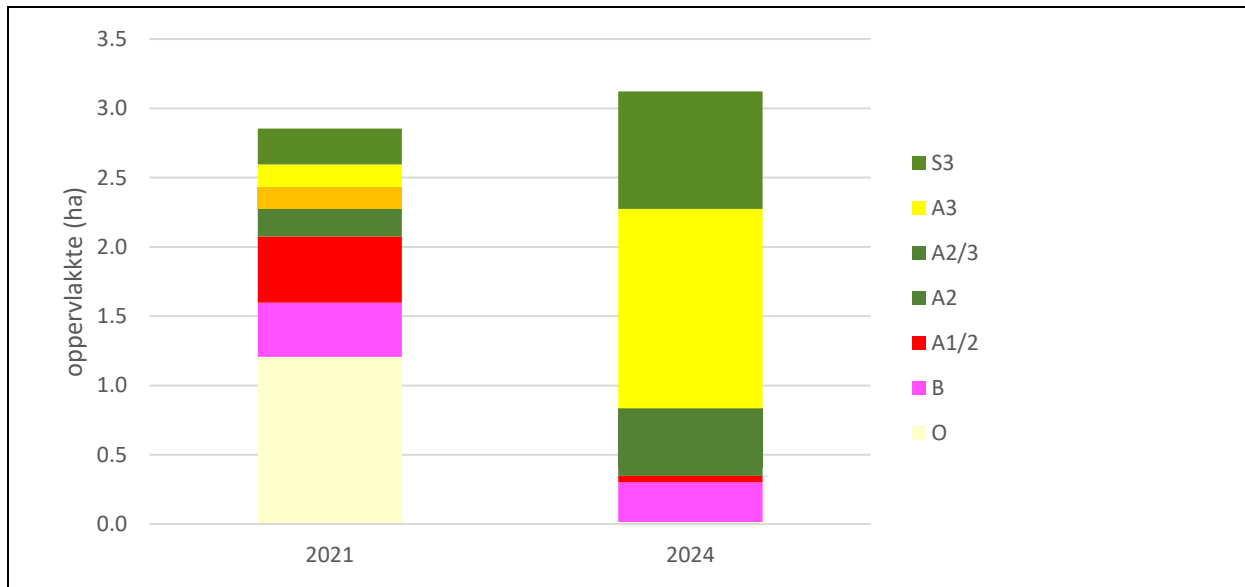
Per kerf zijn voor alle jaren vlakken met erosie en depositie omgrensd. Voor al die vlakken is de gemiddelde hoogteverandering berekend met de ArcGis tool Zonal Statistics as Table. Met de oppervlaktes van de vlakken en de gemiddelde hoogteverandering per vlak is vervolgens de volumeverandering berekend, waarbij per kuil en per jaar de totale erosie en depositie is berekend, en de netto verandering (de som van erosie en depositie).

2.3 Veldbezoek

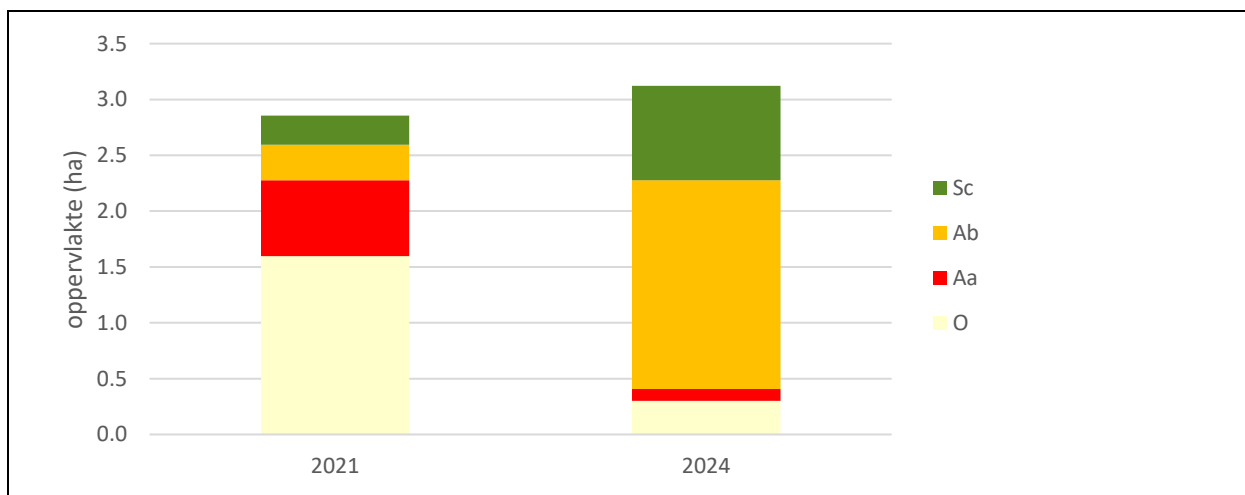
Op 30 september heeft een veldbezoek plaatsgevonden, waarbij Luc Geelen en Myrthe Wiltink van Waternet aanwezig waren. Een uitwerking van de veldnotities is opgenomen in Bijlage D.

3 Resultaten

Voor het gebied als geheel geeft Figuur 3.1 inzicht in de veranderingen van de gekarteerde dynamische eenheden, Figuur 3.2 van de gegeneraliseerde eenheden. De bijbehorende karteringen zijn opgenomen in Bijlage A. In 2021 zijn de kerven goed herkenbaar als smalle sleuven met daaromheen een ringwal van het uitgegraven materiaal (Bijlage A2). De kerven zijn vanaf het noorden genummerd, dus 1 ligt in het noorden, 7 in het zuiden, dezelfde systematiek als bij Noordvoort. In de kartering geeft eenheid B de centra van de sleuven aan, de omringende wal is gekarteerd als O (kaal zand) of A1, A1/2 als er overstuiving in herkenbaar is. Het grootste deel van het gekarteerde oppervlak in 2021 is dynamisch, met grotendeels kaal zand.



Figuur 3.1. Oppervlakte van de verschillende dynamische klassen voor de uitgangssituatie in 2021 en na drie jaar ontwikkeling.



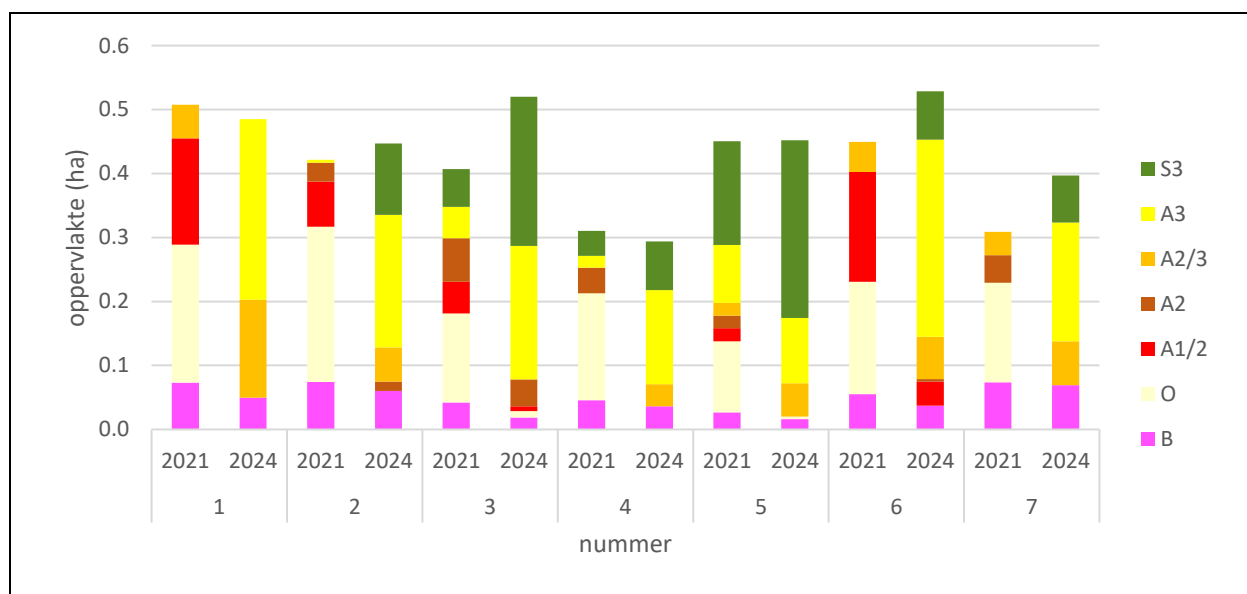
Figuur 3.2. Oppervlakte van de gegeneraliseerde klassen in 2021 en 2024.

In 2024 (Bijlage A3) is veel van het kale zand gestabiliseerd. Op zich is het de verwachting dat het zand dat in de ringwal is gedeponeerd snel zal stabiliseren, omdat hier veel wortelresten in zullen

zijn achtergebleven. De afname in dynamiek is dus geen verrassing. Het is vooral de vraag in hoeverre de erosieve dynamiek van de kerf zelf goed op gang is gekomen. Op de kartering van 2024 zijn de overstuivingszones aan de oostkant van de kerven over het algemeen iets uitgebreid. Het gaat wel vooral om zwakke overstuiving. Dit is in Figuur 3.2 goed te zien. Een deel van de dynamische vlakken uit 2021 is geheel gestabiliseerd, de overstuiving is in intensiteit afgenomen en het oppervlak kaal zand is aanmerkelijk verkleind. Hieronder wordt per kerf de ontwikkeling in meer detail besproken.

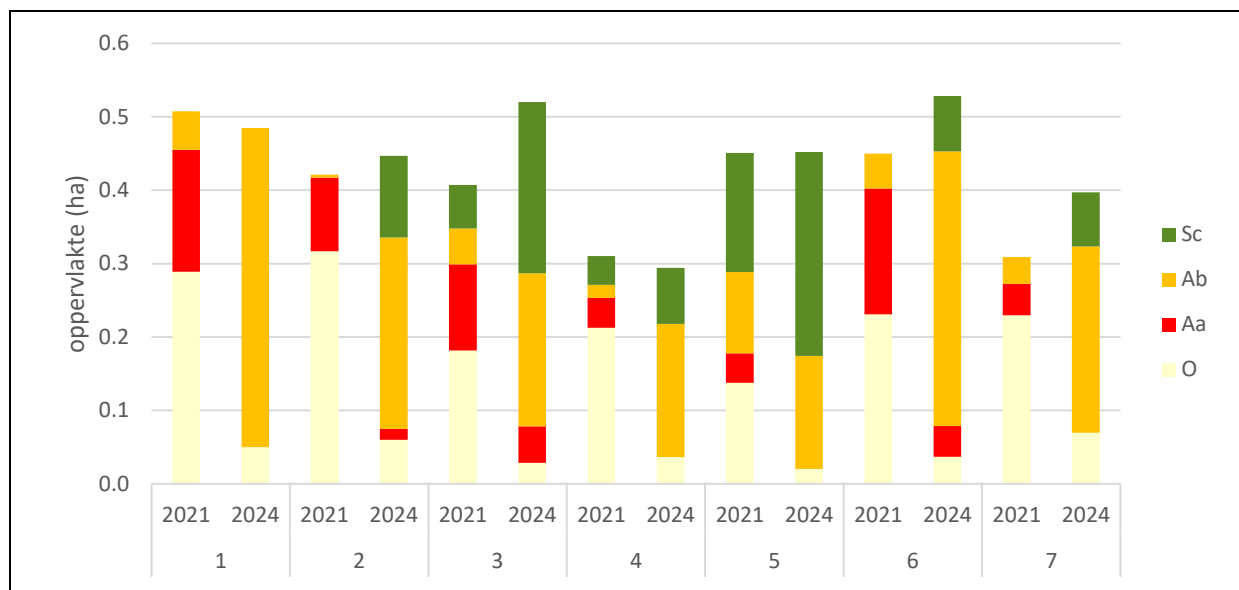
In 2021 varieert het dynamische oppervlak (de som van alle dynamische eenheden, in Figuur 3.1 is dat de som van alle eenheden behalve S3) van 0.27ha voor kerf 4 tot 0.51ha voor kerf 1. De gemiddelde oppervlakte is 0.37ha. In 2024 is de variatie tussen 0.17ha voor kerf 5 en 0.49ha voor kerf 1. Het gemiddelde is dan 0.33ha, dus kleiner. Voor kerven 1 t/m 5 is het dynamische oppervlak afgenomen, voor 6 en 7 is het heel licht toegenomen. De intensiteit van de dynamiek is echter in alle gevallen flink afgenomen.

Op de kartering valt op dat kerf 2 een afwijkende oriëntatie heeft, vrijwel west-oost. 1, 3 en 6 hebben de meest noordoostelijke oriëntatie, 4, 5 en 7 iets meer oostnoordoostelijk. De breedte van de sleuven varieert van 8-15m. Kerven 2 en 3 liggen zo dicht tegen elkaar aan, dat ze een complex vormen en elkaar beïnvloeden. Hetzelfde geldt voor kerven 4 en 5. Kerf 1 ligt los en zo ver van kerf 2 dat hier geen enkele beïnvloeding van wordt verwacht. Kerf 7 ligt zodanig dicht op kerf 6 dat bij sterke overstuiving beide kerven in elkaars invloedsfeer kunnen komen te liggen. Ook kerf 6 ligt zodanig dicht op kerf 5 dat beïnvloeding bij sterke overstuiving verwacht kan worden.



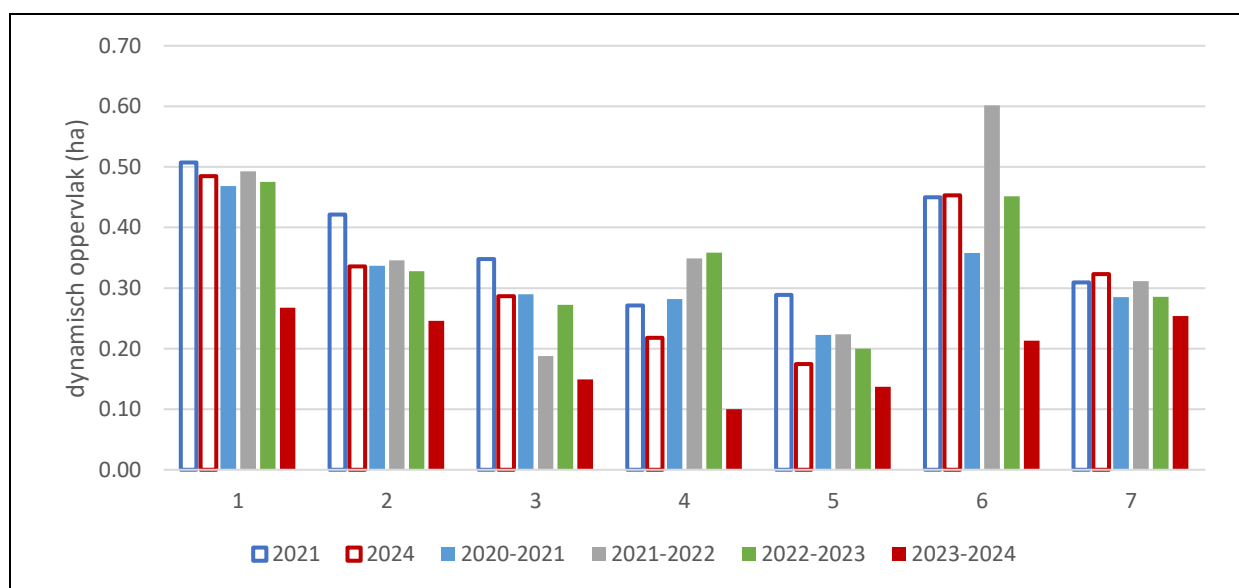
Figuur 3.3. Oppervlakte van de dynamische klassen per kerf.

Figuur 3.3 geeft hetzelfde als Figuur 3.1, maar dan per kuil, Figuur 3.4 de gegeneraliseerde eenheden. De afname van de intensiteit van de dynamiek is voor alle kerven duidelijk. Eenheid O is bijna verdwenen, B kleiner geworden, hoewel niet veel, en A1 en A2, de klassen met sterke overstuiving, zijn flink in oppervlakte afgenomen. Het oppervlak aan zwakke overstuiving is flink toegenomen. In sommige kerven is dynamisch oppervlak in 2024 geheel gestabiliseerd. Figuur 3.4 illustreert nog duidelijker de overgang van hoog dynamisch naar laag dynamisch. In kerven 6 en 7 neemt de totale dynamiek licht toe, maar de intensiteit flink af. In de andere kerven neemt beide af.

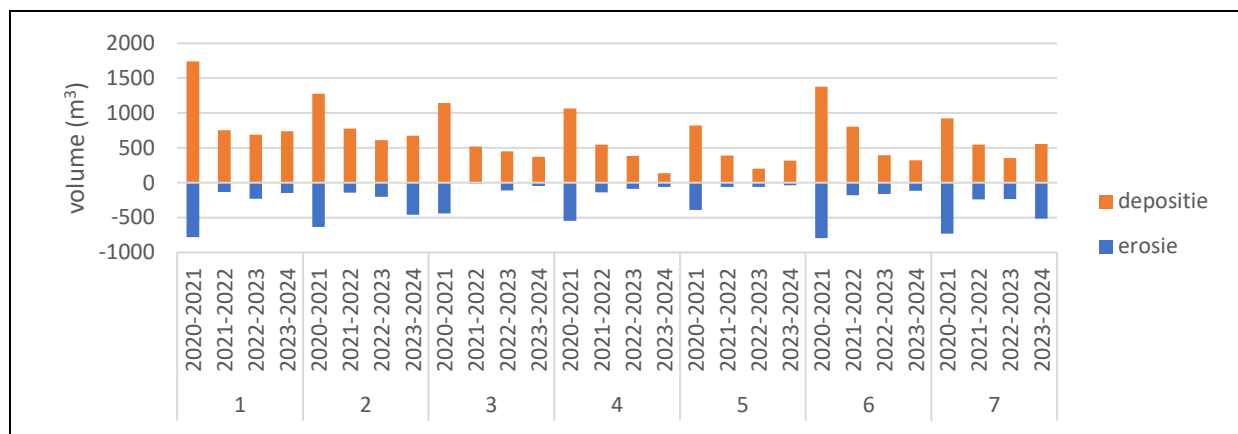


Figuur 3.4. Oppervlakte van de gegeneraliseerde eenheden per kerf.

Het dynamische oppervlak zoals gekarteerd van de luchtfoto is vergeleken met het dynamische oppervlak zoals dat uit de hoogteverschillen blijkt. Per kuil is het erosieve en accumulatieve oppervlak omgrensd. De som van beide oppervlakken geeft ook het dynamisch oppervlak aan, in ieder geval het oppervlak met duidelijke hoogteverschillen. De fijne overpoeding wordt hier niet mee waargenomen, omdat deze niet tot hoogteveranderingen leidt. Figuur 3.5 laat zien dat voor de luchtfotokartering van 2021 en de hoogteverschillenkaart van 2020-2021 de oppervlaktes redelijk vergelijkbaar zijn. Voor de kartering van 2024 en de hoogteverschillenkaart van 2023-2024 zijn de verschillen redelijk groot, maar verrassend is dat de oppervlaktes die uit de hoogteverschillenkaart komen veel kleiner zijn dan die uit de luchtfotokartering. Dit hangt waarschijnlijk samen met het grote oppervlak aan zwakke verstuiving dat in 2024 is gekarteerd en waar de verstuiving zo gering is dat deze niet tot noemenswaardige hoogteveranderingen leidt.

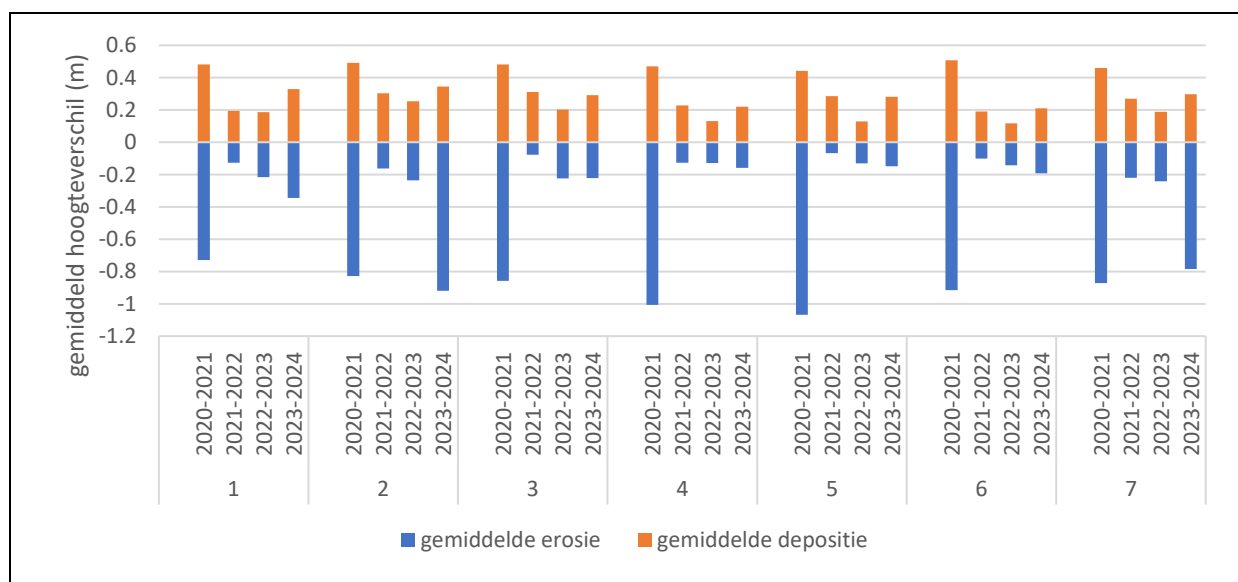


Figuur 3.5. Dynamisch oppervlak volgens de dynamiekartering (linker twee staafjes) en volgens de jaarlijkse erosie/depositieomgrenzing (rechter vier staafjes).



Figuur 3.6. Erosief en accumulatief volume per kerf en per periode.

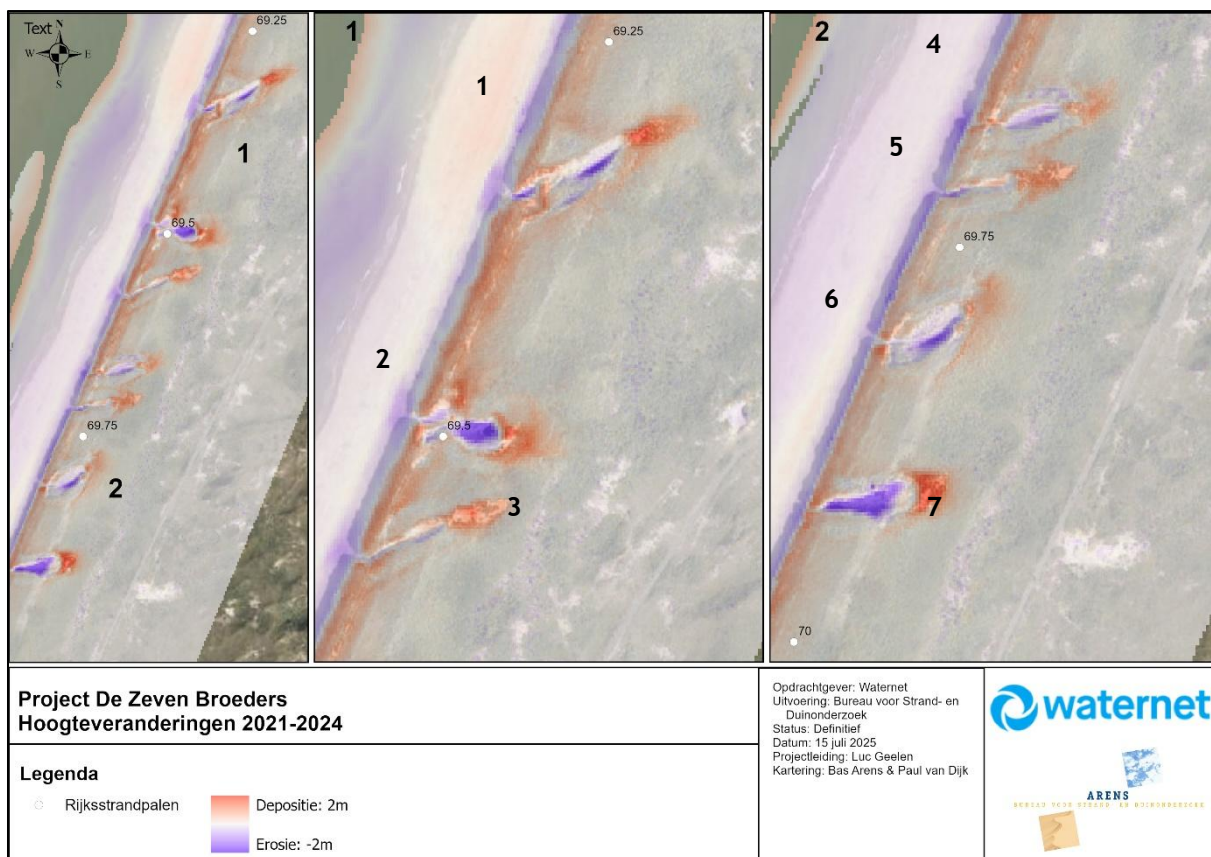
Met de hoogteverschillen en de omgrenzingen van de erosieve en accumulatieve zones per kuil zijn ook volumeveranderingen te berekenen. Figuur 3.6 toont de berekende waarden per periode van 1 jaar. Opvallend is dat voor het jaar van aanleg, 2020-2021, het erosieve volume veel lager is dan het accumulatieve volume. Aangezien het werk met een gesloten grondbalans is uitgevoerd zouden erosie en accumulatie met elkaar in evenwicht moeten zijn. Het is waarschijnlijk dat er zand vanaf het strand is aangevoerd. De verschilkaart 2020-2021 laat behalve de kerven ook een accumulatieve zone aan de voorzijde van de zeereep zien, met een breedte van circa 15m. Dit zand zal ook ter plekke van de kerven naar binnen zijn gekomen. Een andere oorzaak zou kunnen zijn dat het zand dat uitgegraven is door het storten een lagere compactie heeft dan het oorspronkelijke zand, waardoor het volume toeneemt. Dit zou dan in de loop van de tijd door inzakken weer af moeten nemen. Maar aangezien ook in alle volgende jaren voor alle kuilen geldt dat het accumulatief volume (veel) groter is dan het erosief volume, is de waarschijnlijkste oorzaak de aanwas van de zeereep.



Figuur 3.7. Gemiddelde hoogteverandering voor erosieve en accumulatieve zones per kerf en per periode.

Figuur 3.7 geeft de gemiddelde hoogteveranderingen voor de erosieve en accumulatieve zones per kerf. Alleen bij de aanleg zijn de gemiddelde hoogteveranderingen door erosie (uitgraven) veel groter dan door depositie (rondom de kerf storten). De aanlegdiepte is niet gelijk voor de

verschillende kerven, maar neemt toe van kerf 1 (-0.73m) naar kerf 5 (-1.07m) en weer af naar kerf 7 (-0.87m). Na de aanleg zijn de gemiddelden voor erosie en depositie vergelijkbaar en zijn de waarden voor de verschillende kerven ook niet heel verschillend. Uitzondering zijn kerven 2 en 7 in de periode 2023-2024, met aanzienlijk hogere waarden, voor kuil 7 zelfs een sterkere erosie dan de verlaging door de aanleg. Overigens zijn deze waarden voor erosie vergeleken met de kuilen van Noordvoort niet bijzonder hoog.



Figuur 3.8. Hoogteverschillen tussen 2021 (start van het project) en 2024.

In Figuur 3.8 zijn de hoogteverschillen over het geheel van de onderzochte periode, 2021-2024, weergegeven. Hieruit wordt in één oogopslag duidelijk hoe de kerven zijn aangeslagen. Er zijn twee kerven waar de erosie goed op gang is gekomen, 2 en 7. Kerven 1 en 6 tonen in een deel activiteit. Kerven 3, 4 en 5 zijn aan de mate van erosie te zien nog erg weinig ontwikkeld. Ze hebben echter wel een duidelijke accumulatielob aan de (noord)oostzijde. Voor alle kerven geldt dat de accumulatielob keurig in het verlengde van de kerfas ligt. Dat is opvallend, omdat recent onderzoek aan kerven langs de Nederlandse kust liet zien dat de lengteas door de accumulatielob over het algemeen meer naar het noorden gedraaid is dan de lengteas door de erosieve zone (Wegman et al., 2025). Deze kerven waren allemaal al langer in ontwikkeling. Het is mogelijk dat de erosie in sommige kerven lijkt tegen te vallen omdat ze vanaf het strand vol stuiven. De erosie in de kuil wordt dan gecompenseerd door aanvoer vanaf het strand. Dat dit een rol zou kunnen spelen blijkt uit het feit dat ondanks de geringe erosie in een aantal kerven er wel duidelijke accumulatie-lobben aanwezig zijn. In een latere fase moet onderzocht worden of de volumeveranderingen rondom de kerven vergelijkbaar zijn met aangrenzende referentiegebieden in de niet gekerfde zeereep, om vast te kunnen stellen of de kerven daadwerkelijk zand naar binnen brengen, en daarmee de zeereep robuuster maken.

3.1 Ontwikkeling per kerf

De kerven zijn allen V-vormig aangelegd. Aan de randen is 0.5m afgegraven, in het midden tot 2m. De kerven zijn vervolgens met een grizzle/tandenbak bewerkt tot 0.5m diepte om wortels te verwijderen.

Broeder 1

Kerf 1 is gericht naar 65°. In 2021 is een groot kaal vlak aanwezig, dat in 2022 kleiner is geworden en in 2023 grotendeels begroeid is, voor zoverre het niet de kerf zelf betreft. In 2024 is dit nog verder dichtgegroeid en is aan de noordoostpunt een accumulatielob zichtbaar, die dan ook voor een groot deel begroeid is. In 2025 ziet dit er vrijwel hetzelfde uit. Op de dynamiekkartering is het dynamische oppervlak tussen 2021 en 2024 nauwelijks kleiner geworden, maar is de dynamiek wel veel minder intens: van kaal zand naar zwakke overstuiving. Op de hoogteverschilkaart 2021-2024 van Figuur 3.8 is te zien dat er twee erosieve zones zijn, een kleine onmiddellijk bij de ingang, en een grotere meer landwaarts. De zeereep is in deze periode netto aangezand, het strand direct bij de duinvoet is enigszins erosief. De erosie in de kerf neemt ieder jaar toe, tot -0.34m tussen 2023-2024. Dit zou een aanwijzing kunnen zijn dat de dynamiek geleidelijk op gang komt.

Broeder 2

Kerf 2 is gericht naar 106°. In 2021 is een groot kaal vlak aanwezig dat in 2022 kleiner is geworden, er is een grote, vage overstuivingszone aan de noordoostkant zichtbaar. In 2023 is dat grotendeels begroeid, maar ligt er nog wel een actieve rand om de kerf. In 2024 is dit nog verder dichtgegroeid en is aan de oostpunt een kleine accumulatiezone zichtbaar. De kerf lijkt op te delen in een kleinere kuil aan de strandzijde, verbonden met het strand en een grotere landwaarts. Het geheel lijkt meer op een complex van stuifkuilen dan op een kerf, de ingang naar het strand is ook erg smal. In 2025 ziet dit er vrijwel hetzelfde uit, de accumulatiezone is iets uitgebreid. Op de dynamiekkartering is het dynamische oppervlak tussen 2021 en 2024 kleiner geworden, en is de dynamiek veel minder intens: van kaal zand naar zwakke overstuiving. Op de hoogteverschilkaart 2021-2024 van Figuur 3.8 is net als bij kerf 1 te zien dat er twee erosieve zones zijn (overeenkomend met de twee kuilen, die nog wel verbonden zijn). In de meest landwaartse zone is de erosie het sterkst. De zeereep is in deze periode netto aangezand, het strand direct bij de duinvoet is enigszins erosief. De erosie in de kerf neemt ieder jaar toe, met een forse toename tot -0.92m tussen 2023-2024. Dit is een aanwijzing dat de dynamiek hier goed op gang is gekomen.

Broeder 3

Kerf 3 is erg smal en gericht naar 66°, wel met een knik bij de ingang naar het strand. In 2021 is een groot kaal vlak aanwezig, er is dan nog geen knik bij de kerfingang. Deze ontstaat door de aangroei van embryonale duinen aan de strandzijde, waardoor de opening enigszins dicht geknepen wordt. In 2022 is het kale vlak kleiner geworden, en is een overstuivingszone aan de noordoostkant ontstaan. In 2023 is van het kale vlak weinig meer te zien door toename van de begroeiing. De overstuivingszone aan de noordoostkant is dan nog duidelijk actief. In 2024 is dit nog verder dichtgegroeid en is de accumulatiezone verder naar het noordoosten uitgebreid. In 2025 is de accumulatiezone nog iets uitgebreid, maar niet in de lengte, maar in de breedte. Op de dynamiekkartering is het dynamische oppervlak tussen 2021 en 2024 kleiner geworden, en is de dynamiek veel minder intens: van kaal zand naar zwakke overstuiving. Op de hoogteverschilkaart 2021-2024 van Figuur 3.8 is nauwelijks een erosieve zone te zien, wel een duidelijke accumulatiezone. Dit wijst er op dat er strandzand naar binnen wordt geblazen. De zeereep is in deze periode netto aangezand, het strand direct bij de duinvoet is enigszins erosief. De erosie in de kerf neemt jaar toe tot -0.22m. Dit zou een aanwijzing kunnen zijn dat de dynamiek geleidelijk op gang komt.

Broeder 4

Kerf 4 is gericht naar 78°. In 2021 is een groot kaal vlak aanwezig dat in 2022 is gekrompen, de opening naar het strand is dan al dichtgeknepen. In feite is er dan geen sprake meer van een kerf maar van een stuifkuil. In 2023 is van het kale vlak alleen nog een actieve rand om de kerf zichtbaar. In 2024 is dit nog verder dichtgegroeid, er is alleen nog binnen de contouren van de stuifkuil een kaal vlak zichtbaar. In 2025 ziet dit er vrijwel hetzelfde uit. Op de dynamiekkartering is het dynamische oppervlak tussen 2021 en 2024 kleiner geworden, en is de dynamiek veel minder intens: van kaal zand naar zwakke overstuiving. Op de hoogteverschilkaart 2021-2024 van Figuur 3.8 is te zien dat erosie inderdaad binnen de contouren van de stuifkuil plaatsvindt, maar dat er aan de zeewaartse zijde een strook met depositie is. De zeereep is in deze periode netto aangezand, het strand direct bij de duinvoet is enigszins erosief. De erosie in de kerf neemt enigszins toe, tot -0.16m tussen 2023-2024, minder dan in de andere kuilen.

Broeder 5

Kerf 5 is smal en gericht naar 78°. In 2021 is een groot kaal vlak aanwezig dat aansluit op het kale vlak van kerf 4. In 2022 is dat kleiner geworden, maar is er tegelijkertijd een overstuivingszone aan de noordoostkant ontstaan. In 2023 is dat grotendeels begroeid, de overstuivingszone aan de noordoostkant is nog zichtbaar. In 2024 is dit nog verder dichtgegroeid de overstuivingszone aan de noordoostkant is ook deels begroeid, maar ook verder naar het noordoosten gegroeid. In 2025 lijken zowel de erosieve als de accumulatiezone iets uitgebreid. Op de dynamiekkartering is het dynamische oppervlak tussen 2021 en 2024 kleiner geworden, en is de dynamiek veel minder intens: van kaal zand naar zwakke overstuiving. Op de hoogteverschilkaart 2021-2024 van Figuur 3.8 is alleen bij de ingang een kleine erosieve zone zichtbaar. De accumulatieve zone is wel duidelijk. De zeereep is in deze periode netto aangezand, het strand direct bij de duinvoet is enigszins erosief, aansluitend op de erosieve zone bij de ingang van de kerf. De erosie in de kerf neemt enigszins toe tot -0.15m tussen 2023-2024, het minste van alle kerven.

Broeder 6

Kerf 6 heeft een draaiende as, die begint met een richting naar 90° bij de ingang, tot 35° bij de landwaartse uitgang. In 2021 is een groot kaal vlak aanwezig dat in 2022 is gekrompen. In 2023 is het grotendeels begroeid, maar ligt er nog wel een actieve rand om de kerf. In 2024 is dit nog verder dichtgegroeid. Opvallend is dat ook in de kerf de westkant begroeid is geraakt, in 2025 nog iets verder. De ingang is dan al dichtgegroeid door de aanstuiving aan de zeewaartse zijde van de zeereep. Op de dynamiekkartering is het dynamische oppervlak tussen 2021 en 2024 gelijk gebleven geworden, maar wel veel minder intens: van kaal zand naar zwakke overstuiving. Op de hoogteverschilkaart 2021-2024 van Figuur 3.8 is goed te zien dat de erosieve zone vrijwel niet aansluit op het strand. In feite hebben we dan te maken met een stuifkuil en niet meer met een kerf. De meeste erosie vindt plaats aan de oostwand. De zeereep is in deze periode netto aangezand, het strand direct bij de duinvoet is enigszins erosief. De erosie in de kerf neemt ieder jaar toe, tot -0.19m tussen 2023-2024. Dit zou een aanwijzing kunnen zijn dat de dynamiek geleidelijk op gang komt.

Broeder 7

Kerf 7 is gericht naar 76°. Kerf 7 is samen met kerf 2 het best op gang gekomen. In 2021 is een groot kaal vlak aanwezig dat in 2022 kleiner is geworden, in 2023 nog verder begroeid. In 2024 is dit nog verder dichtgegroeid en is aan de oostnoordoostpunt een kleine accumulatiezone zichtbaar. In 2025 ziet dit er vrijwel hetzelfde uit. Ook bij deze kerf is de ingang dichtgeknepen door de zeewaartse uitbreiding van de zeereep. Op de dynamiekkartering is het dynamische oppervlak tussen 2021 en 2024 iets toegenomen geworden, de dynamiek is veel minder intens: van kaal zand naar zwakke overstuiving. Op de hoogteverschilkaart 2021-2024 van Figuur 3.8 is te zien dat de erosieve zone niet aansluit op het strand. De zeereep is in deze periode netto aangezand, het strand direct bij de

duinvoet is enigszins erosief. De erosie in de kerf neemt ieder jaar toe, met een forse toename tot - 0.79m tussen 2023-2024. Dit is een aanwijzing dat de dynamiek hier goed op gang is gekomen.

3.2 Nabeheer

Nabeheer bestaat uit een bewerking met een kleine op afstand bestuurbare frees (Deltrac). Het eerste jaar was het beheer erop gericht wortels te verwijderen. In 2022 is de Deltrac ook ingezet om de verbinding met het strand wat meer open te maken, omdat direct bij de ingang van de kuilen zand ophoopte.

2021: 2 rondes nabeheer in juni en oktober

2022: 1 ronde nabeheer in september

2023: geen nabeheer

2024: geen nabeheer



Figuur 3.9. Voorbeeld van nabeheer.

3.3 Veldbezoek

Een uitwerking van de veldnotities van 30 september 2025 is opgenomen in Bijlage D. Belangrijkste conclusie van het veldbezoek was dat de 7 Broeders dringend behoefte aan nabeheer hebben. Een probleem is dat aan de voorzijde van de meeste kerven de helm zeer vitaal is, omdat dit net de zone is met zandinput vanaf het strand. Door de vitale helm wordt het zand goed vast gehouden, erosie bij de kerfingangen is daarom verwaarloosbaar, en er is een neiging tot dichtgroeien, mede omdat de openingen overal smal zijn. In de meeste Broeders zou helmopslag verwijderd moeten worden en de opening verbreed moeten worden om de kerven effectiever te maken. Dit geldt voor Broeders 1, 3, 4, 5 en 6. Broeders 2 en 7 doen het goed. Voor Broeder 2 wordt aanbevolen de bobbel bij de ingang weg te halen, voor Broeder 7 de ingang open te maken en zo de aanvoer van zand vanaf het strand door de kerf mogelijk te maken.

Aan de sporen in het terrein is af te leiden dat sommige kerven door het publiek bezocht worden, omdat er paadjes vanaf het strand naar binnen leiden. Broeder 7 werd ook gebruikt als afspringplek voor parapenters. Het is mogelijk dat het succes van Broeder 7 mede samenhangt met recreatief gebruik. Het is de eerste kerf die je tegenkomt als je de afgang Noordvoort voorbijgelopen bent, waardoor de betreding hier groter zou kunnen zijn dan in de andere kerven.

4 Conclusies en aanbevelingen

In 2021 zijn in de zeereep ten zuiden van Zandvoort en ten noorden van het project Noordvoort zeven kerven aangelegd: de Zeven Broeders. De aanleg is met een gesloten zandbalans uitgevoerd: zand is uit de kerven geschoven en er omheen verspreid in een soort van wal. Kerven 4 en 5 (gerekend vanaf het noorden) zijn het diepst uitgegraven, gemiddeld 1m, de overige kerven zijn 73 tot 92cm uitgegraven.

De kerven zijn in ontwikkeling, maar niet allemaal in dezelfde mate. Op grond van de mate van dynamiek, gekarteerd van luchtfoto's en de hoogteverschillen blijken kerven 2 en 7 het sterkst te ontwikkelen, kerven 3, 4 en 5 ontwikkelen zich mondjesmaat, de ontwikkeling van kerven 1 en 6 zit daar tussen in. Deze indeling is vooral gebaseerd op de mate van erosie. Het is opvallend dat sommige kerven weinig erosie vertonen, maar toch een accumulatiezone of lob aan de landwaartse zijde hebben ontwikkeld. Het is waarschijnlijk dat de kerven voor een deel vol stuiven met strandzand, waardoor erosie gecompenseerd wordt.

Door de aanzanding van de zeereep, die dus waarschijnlijk deels voor een voeding van de kerven en achterliggend gebied zorgt, zijn verschillende kerven inmiddels van het strand afgesloten en dus in feite geen kerf meer. Het gaat om kerven 4, 6 en 7.

In vergelijking tot de stuifkuilen bij Noordvoort zijn de hoogteverschillen klein.

De kerven hebben veelal een asrichting van de accumulatiezone die gelijk is aan de asrichting van de erosieve zone. Bij andere kerven langs de Hollandse kust werd geconcludeerd dat over het algemeen de asrichting van de accumulatie zone ten opzichte van de erosieve zone naar het noorden is gedraaid (Wegman et al., 2025). Mogelijk is dit het gevolg van het nog prille stadium waarin de kerven van de Zeven Broeders zich bevinden.

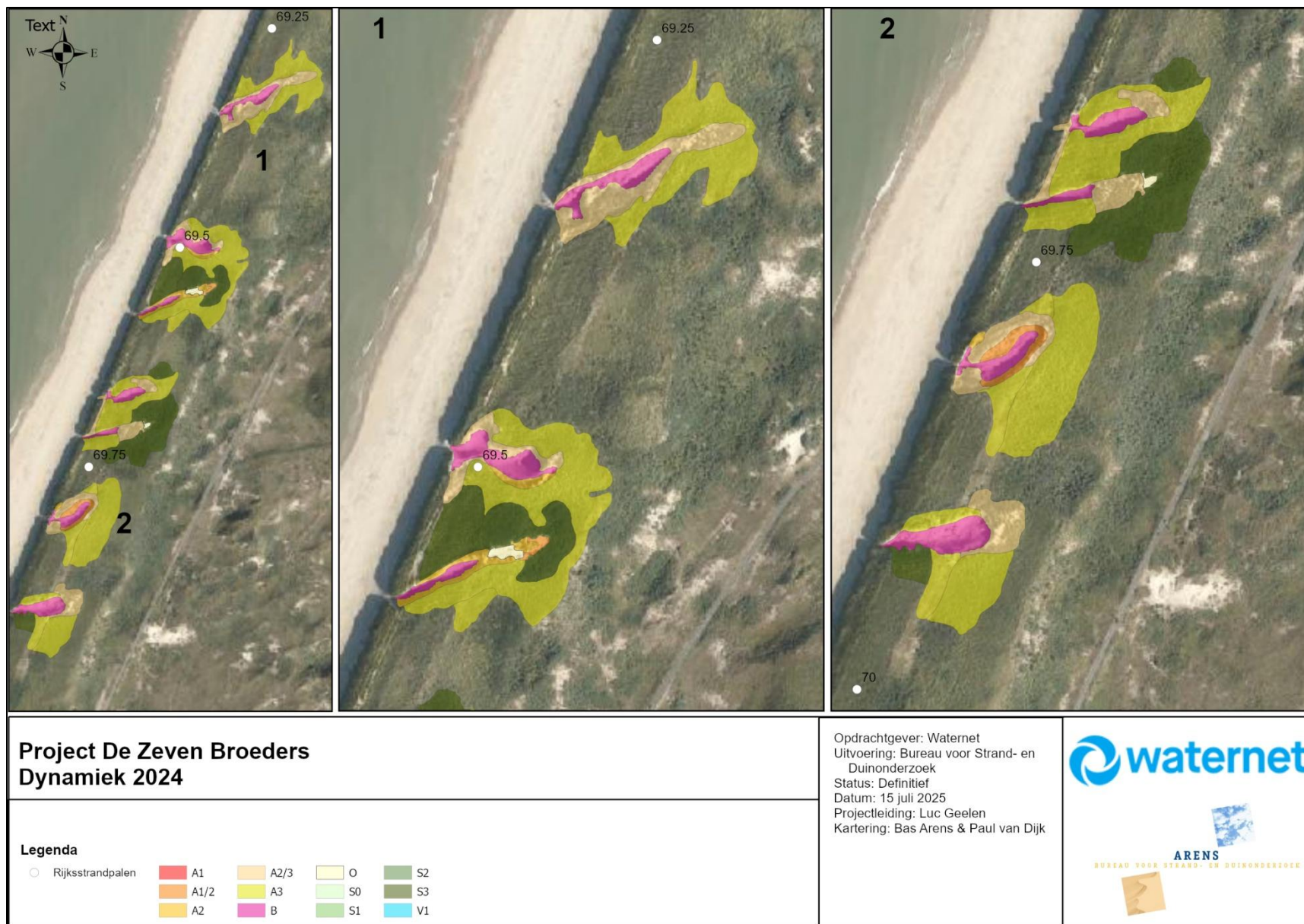
Omdat de dynamiek in de kerven niet heel sterk is, in sommige zelfs vrij zwak, wordt aanbevolen om nabeheer uit te voeren, bijvoorbeeld door het oppervlak van de minder dynamische kerven los te maken. Daarnaast zouden de openingen vrij gemaakt worden. Sommige kerven zijn afgesloten, andere hebben nog maar een smalle opening. Een verbreding van de openingen zou de dynamiek zeker ten goede komen.

5 Literatuur

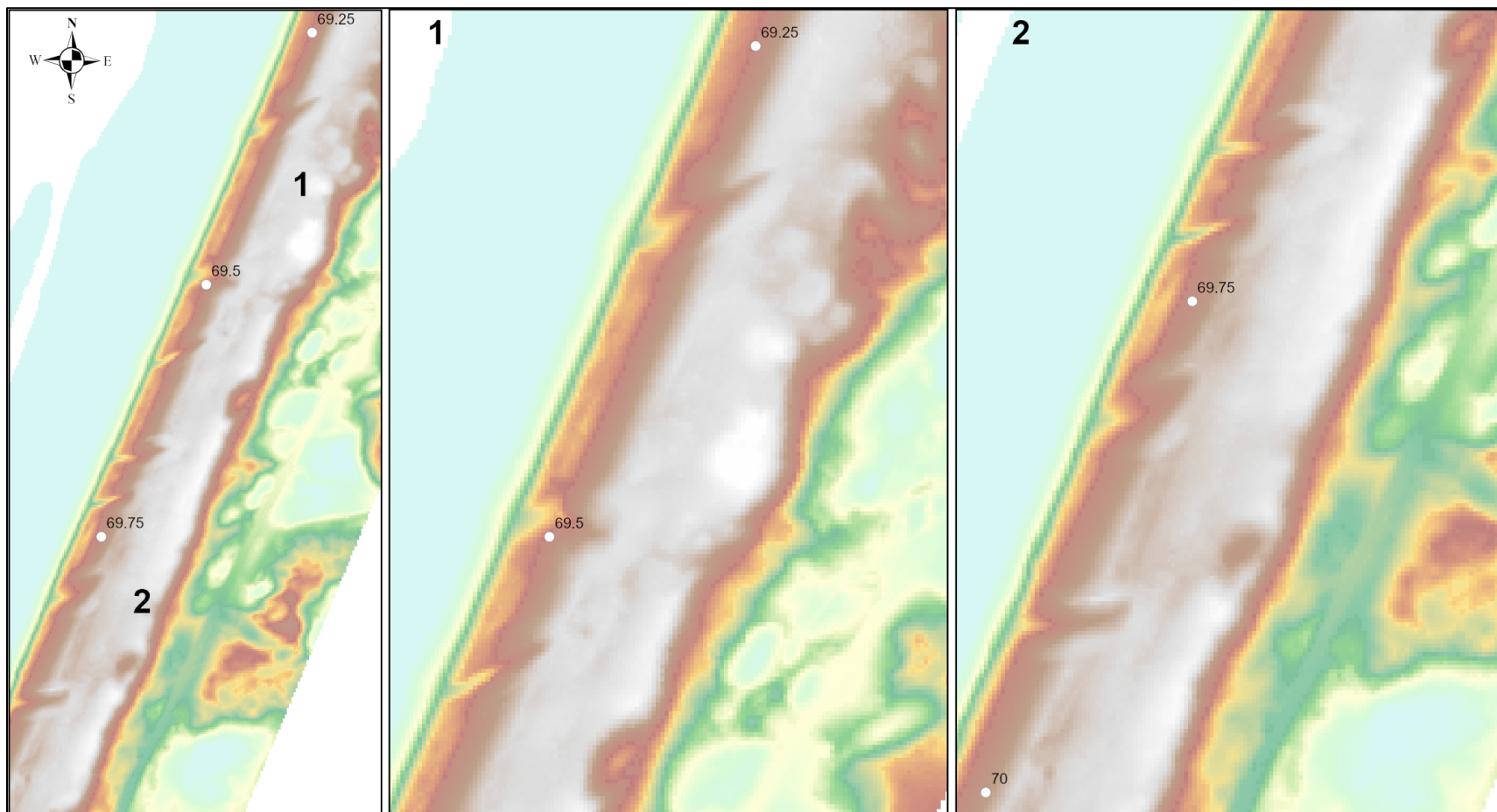
- S.M. Arens , 2018. Project Noordvoort, Monitoring Geomorfologie 2013-2017; Eindrapport. Rapport Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek RAP2018.05 in opdracht van Waternet.
- Wegman, C., S.M. Arens, S. de Lange en K. van den Berg, 2025. Kerven in de zeereep. Tussenproduct beantwoording kennisvraag 1 en 2. Rapportnummer OBN-2025-XXX-XX, Kennisnetwerk OBN, Driebergen.

Bijlage A. Karteringen Dynamiek





Bijlage B. Hoogteligging



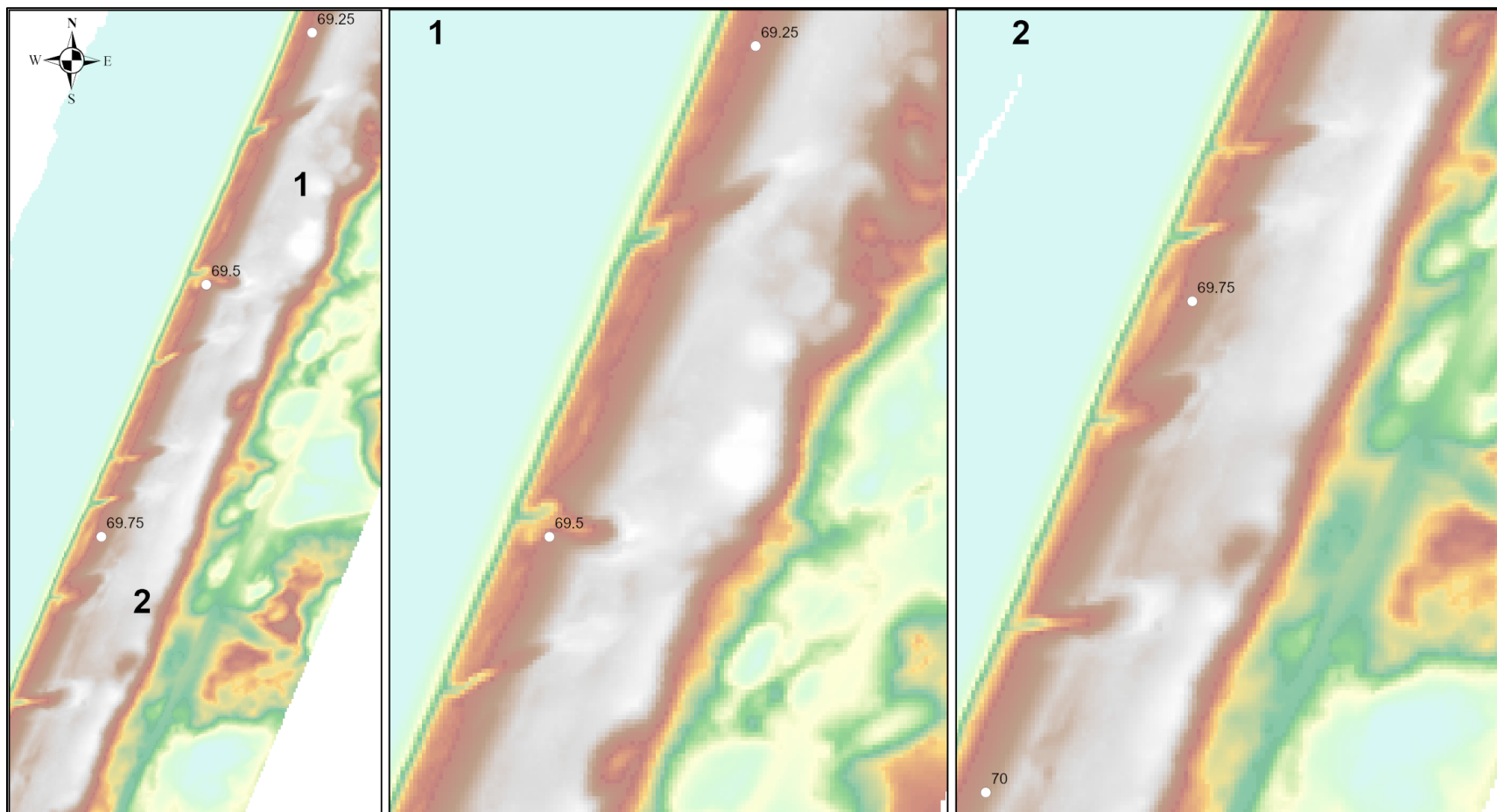
Project De Zeven Broeders Hoogte 2021

Legenda

- Rijsstrandpalen
-  hoog: 22m NAP
-  laag: 3m NAP

Opdrachtgever: Waternet
Uitvoering: Bureau voor Strand- en
Duinonderzoek
Status: Definitief
Datum: 15 juli 2025
Projectleiding: Luc Geelen
Kartering: Bas Arens & Paul van Dijk





Project De Zeven Broeders Hoogte 2024

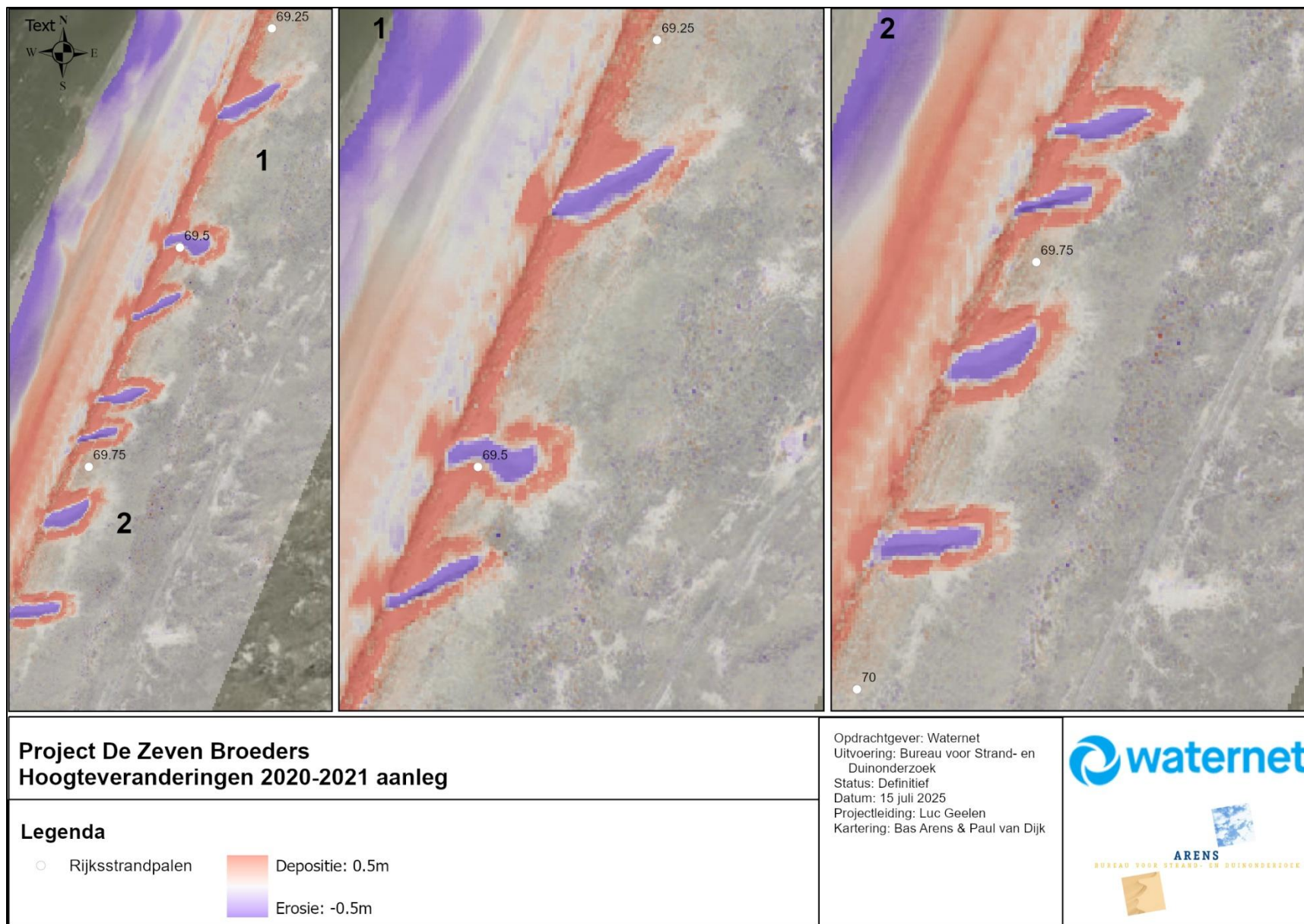
Legenda

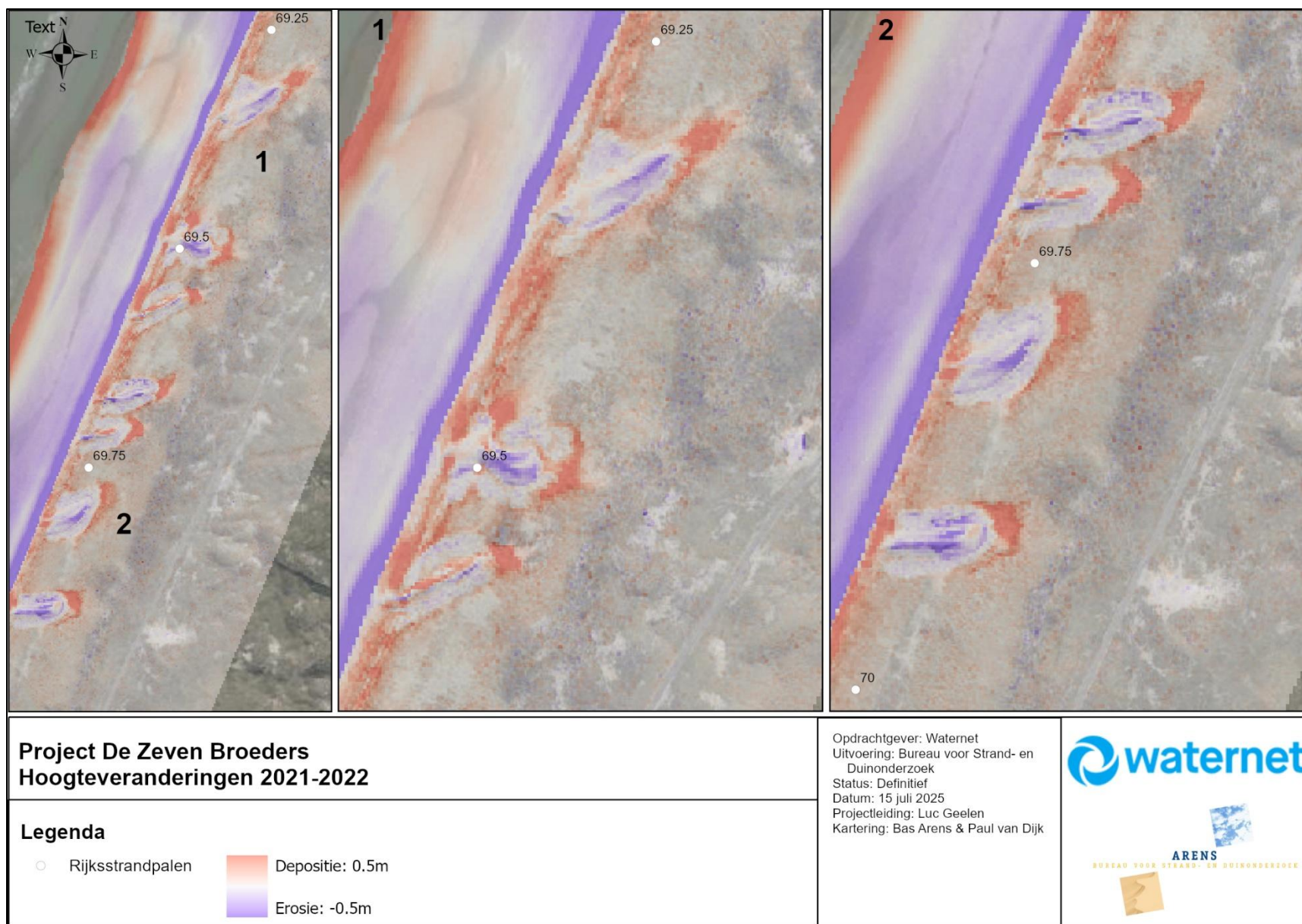
- Rijsstrandpalen
-  hoog: 22m NAP
-  laag: 3m NAP

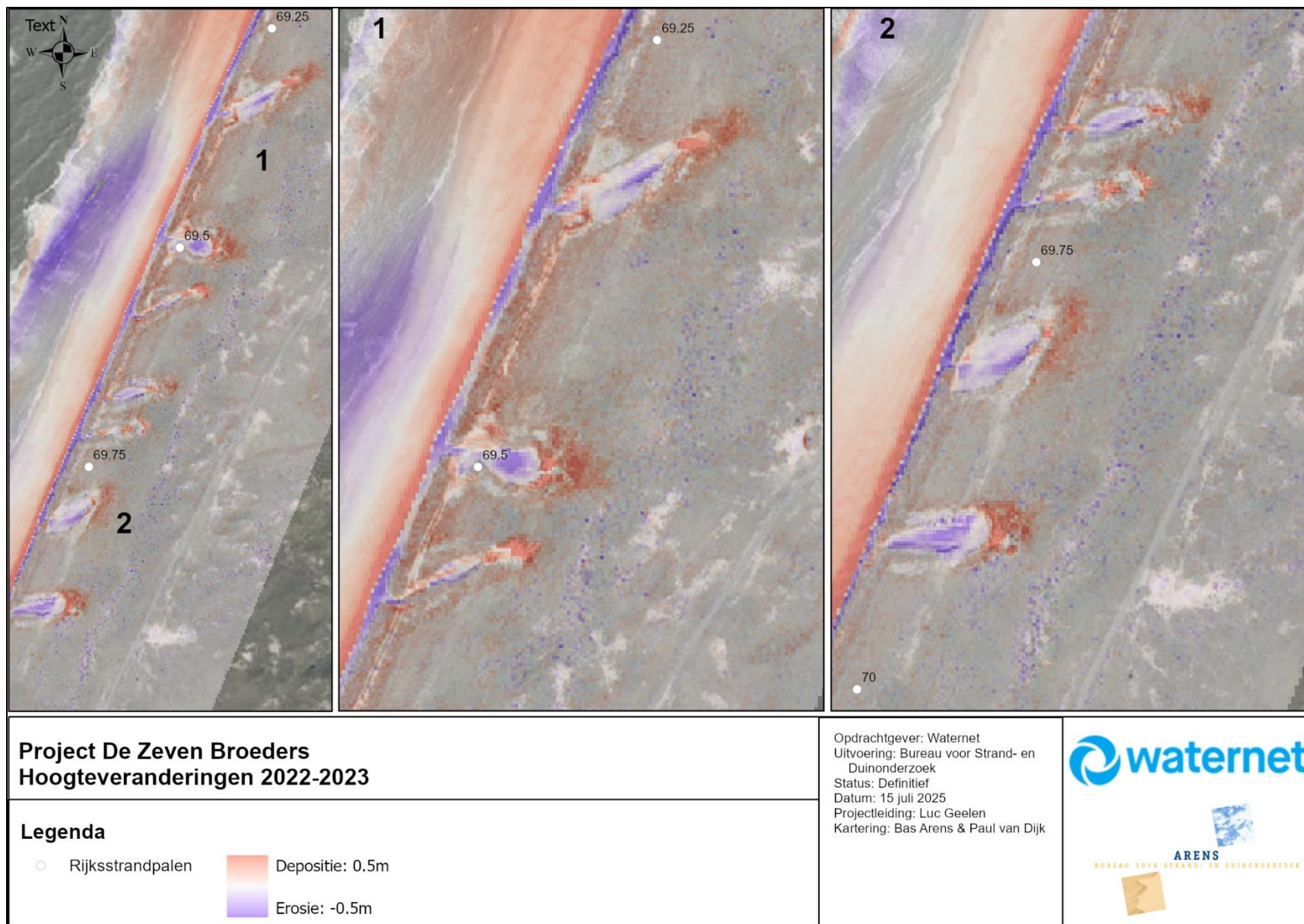
Opdrachtgever: Waternet
 Uitvoering: Bureau voor Strand- en
 Duinonderzoek
 Status: Definitief
 Datum: 15 juli 2025
 Projectleiding: Luc Geelen
 Kartering: Bas Arens & Paul van Dijk

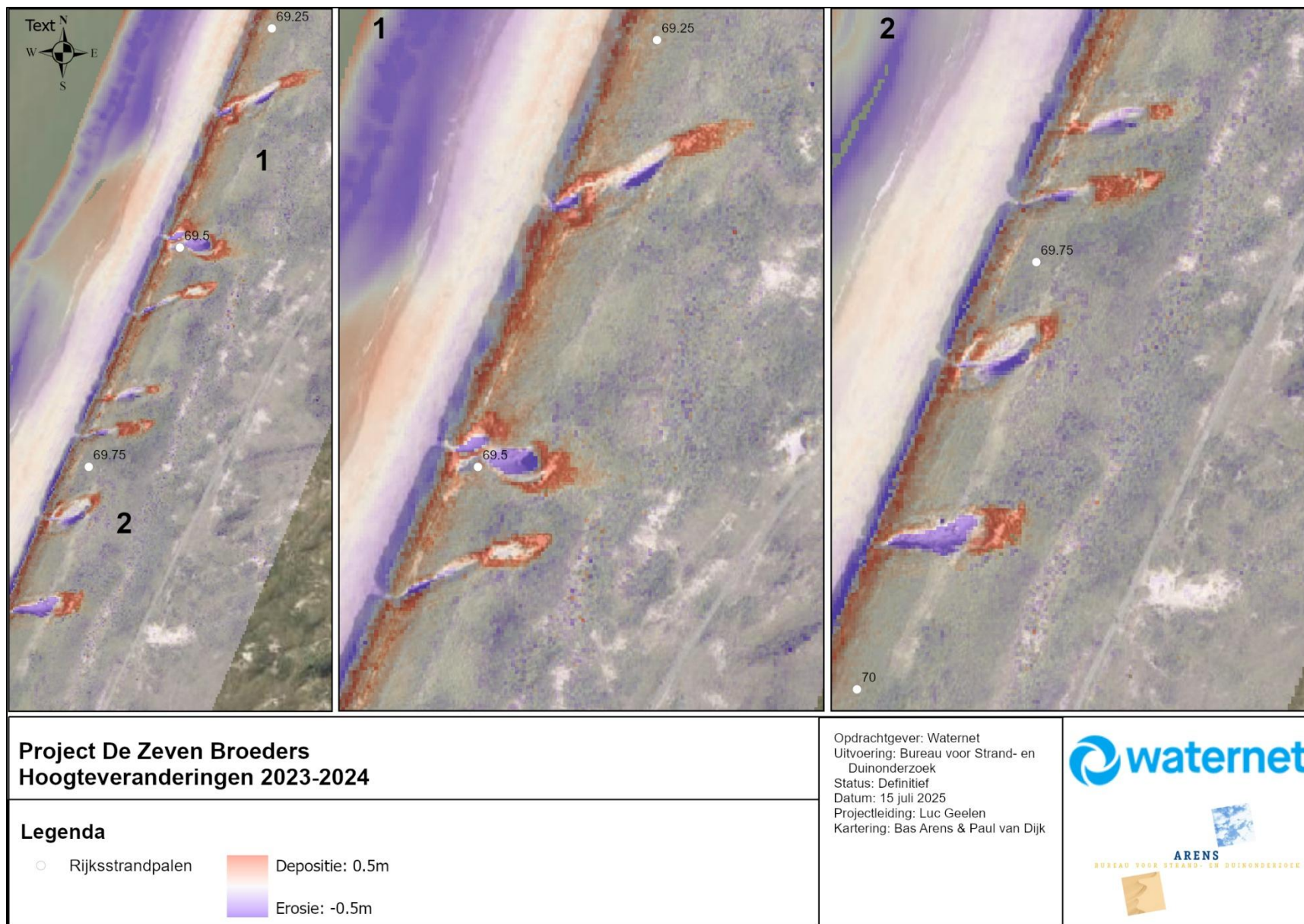


Bijlage C. Hoogteverschilkaarten laseraltimetrie











Bijlage D. Veldbezoek Zeven Broeders

Luc Geelen, Mirthe Wiltink, Robin en Bas Arens
30 september 2025

De broeders hebben dringend behoefte aan nabeheer. In 2021 en 2022 is er wel nabeheer geweest, in 2023 was er geen nabeheer nodig en in 2024 en 2025 is er ook geen nabeheer uitgevoerd.

Een probleem is dat aan de voorzijde van de meeste kerven de helm zeer vitaal is, omdat dit net de zone is met zandinput vanaf het strand. Door de vitale helm wordt het zand goed vast gehouden, erosie bij de kerfingangen is daarom verwaarloosbaar, en er is een neiging tot dichtgroeien, mede omdat de openingen overal smal zijn.

Aan de sporen in het terrein is af te leiden dat sommige kerven door het publiek bezocht worden, omdat er paadjes vanaf het strand naar binnen leiden. Broeder 7 werd ook gebruikt als afspringplek voor parapenters. Het is mogelijk dat het succes van Broeder 7 mede samenhangt met recreatief gebruik. Het is de eerste kerf die je tegenkomt als je de afgang Noordvoort voorbijgelopen bent, waardoor de betreding hier groter zou kunnen zijn dan in de andere kerven.

Het is jammer dat de RWS-data van 2025 zo laat beschikbaar komen. Voor het rapport is gebruik gemaakt van hoogteverschilkaarten van 2023-2024 etc. De omgrenzing van dynamische zones is op basis van de luchtfoto van voorjaar 2025. Over de mate van dynamiek, erosie en depositie is dus voor 2024-2025 niks bekend. Wat we nu in het veld zien, met vooral de weerslag van zomer 2025, is zowel op de luchtfoto's als op de verschilkaarten nog niet zichtbaar.

Broeder 1

Veel helmopslag. De opening is bijna dicht. Op de zuidelijke helling is een storthelling, erosief, op de noordelijke niet. Er staat in de kerf circa 30% helm. De helmopslag vangt zand in, waardoor de binnenkant van de kerf vooral accumulatief is, niet zozeer erosief. Er is daardoor ook weinig doorstuiving. Wel is aan de bovenkant een flinke top zichtbaar, waar veel zand in is ingevangen, maar die nu helemaal begroeid is met helm. Aan de duinvoet staat veel bloeiende helm. De kerf is lang en smal, een soort pijpenlaasje.

Dringend nabeheer nodig: opening verbreden en helmopslag verwijderen.



Broeder 2

Deze oogt meer als een echte kerf. De expositie is afwijkend ten opzichte van de andere kerven, want deze loopt bijna pal west-oost. De binnenkant is kaal, op de noordelijke helling ligt een klifje met een depositiezone eromheen. Deze is grotendeels met helm begroeid, maar er is wel kaal zand zichtbaar. In de kuil/kerf is weinig helm. Er is een opening, maar wel heel smal en ook in een soort van S-vorm, waardoor de wind niet recht de kerf in kan blazen.

Als nabeheer hoogstens de bobbel bij de ingang weghalen.



Broeder 3

Dit is een nog extremere pijpenla, langer en smaller dan Broeder 1. Op de top achter de depositie lijkt een erosieve kuilvorm te liggen, dit zou je een tweede compartiment kunnen noemen. Zowel aan de west- als aan de oostkant hiervan ligt een verhoging (door depositie) met helm, maar daar tussen dus lichte erosie) ook op de verschilkaart 2023-2024. In de kerf ook veel helm met depositie. Geen klifjes, dus eigenlijk geen erosie sporen. De opening is nog smaller dan bij Broeder 2, maar dus wel open. Ook met een slinger naar het strand, de wind zal er niet goed inwaaien.

Dringend nabeheer nodig: opening verbreden en helmopslag verwijderen.



Broeder 4

Broeder 4 en 5 liggen erg dicht bij elkaar. Broeder 4 heeft geen opening meer naar het strand, is dus eigenlijk een stuifkuil. Broeder 4 heeft een mooie holle vorm, maar heel veel helm en er kruipt ook zandzegge in. De ingang is helemaal verstopt met helm. Alleen aan de bovenkant op beide hellingen is een klein stukje geklief. Op de top ligt wel een kale zand bult, maar staat ook veel helm.

Dringend nabeheer nodig: opening verbreden en helmopslag verwijderen.



Broeder 5

Broeder 5 lijkt wel een pad. De opening is heel smal en het middendeel van de kerf ziet er heel vlak uit. Vanaf de ingang een hele nauwe tunnel met helm, daarin opent het, maar geen holle maar vlakke vorm. Komt de opvulling van het strand? Zou de opening weer gaan eroderen?

Dringend nabeheer nodig: opening verbreden en helmopslag verwijderen.



Broeder 6

Ook hier is de helling aan de zuidkant gekliff en ligt er tegen de noordelijke helling depositie met helm. De kerf ligt in een bocht, vanaf de ingang draait het richting noordoost.

Dringend nabeheer nodig: opening verbreden en helmopslag verwijderen.



Broeder 7

Deze kerf doet het goed, alleen is de opening dicht en kan er daardoor maar beperkt zand doorstuiven. Beide hellingen zijn gekliff, vegetatie staat vooral op de slumpjes. Er ligt een flink hoge depositiebult, die al vanaf een afstand herkenbaar is.

Als nabeheer de opening open maken om zandaanvoer vanaf het strand te faciliteren.

