

Wadsedimentatie Studiegebied zoutwinning Waddenzee

Jaarrapport 2023

A&W-rapport 21-010#3



in opdracht van

Wadsedimentatie Studiegebied zoutwinning Waddenzee

Jaarrapport 2023

A&W-rapport 21-010#3

J. Krol
L. Saathof
J.G. Lodewijks
E.F. Kappers
M.A.T. Marijt

Foto Voorplaat

Spijkermeting op Ballastplaat, Johan Krol

J. Krol², L. Saathof², J.G. Lodewijks², E.F. Kappers¹ & M.A.T. Marijt¹ (2024)

Wadsedimentatie Studiegebied zoutwinning Waddenzee. Jaarrapport 2023. A&W-rapport 21-010#3.
Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.

Opdrachtgever

Frisia Zout B.V.

Lange Lijnbaan 15

8861 NW

Harlingen

Telefoon 0517 49 24 99

Uitvoerders

**¹ Altenburg & Wymenga
ecologisch onderzoek bv**

Postbus 32

9269 ZR Feanwâlden

Telefoon 0511 47 47 64

Fax 0511 47 27 40

info@altwym.nl

www.altwym.nl

² Natuurcentrum Ameland

Postbus 60

9163 ZM Nes, Ameland

Telefoon 0519-54 27 37

johankrol@amelandermusea.nl

www.amelandermusea.nl

³ WaterProof BV.

IJsselmeerdijk 2

8221 RC, Lelystad

Tel: +31 (0)6 124 00 128

Info@waterproofbv.nl

www.waterproofbv.nl

© Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv. Overname van gegevens uit dit rapport is toegestaan met bronvermelding.

Projectnummer

21-010

Projectleider

E.F. Kappers

Status

Definitief

Autorisatie

Anneke Rippen

Paraaf



Datum

3 mei 2024

Kwaliteitscontrole

Anneke Rippen

Paraaf



Inhoud

1	Inleiding	1
2	Methode	3
3	Studiegebied Ballastplaat-Zuid zoutwinning	6
4	Referentiegebied Ballastplaat-Noord	8
5	Resultaten Ballastplaat-Zuid	9
6	Discussie	13
7	Literatuur	14
	<i>Bijlage 1 Kaarten studiegebied</i>	<i>15</i>

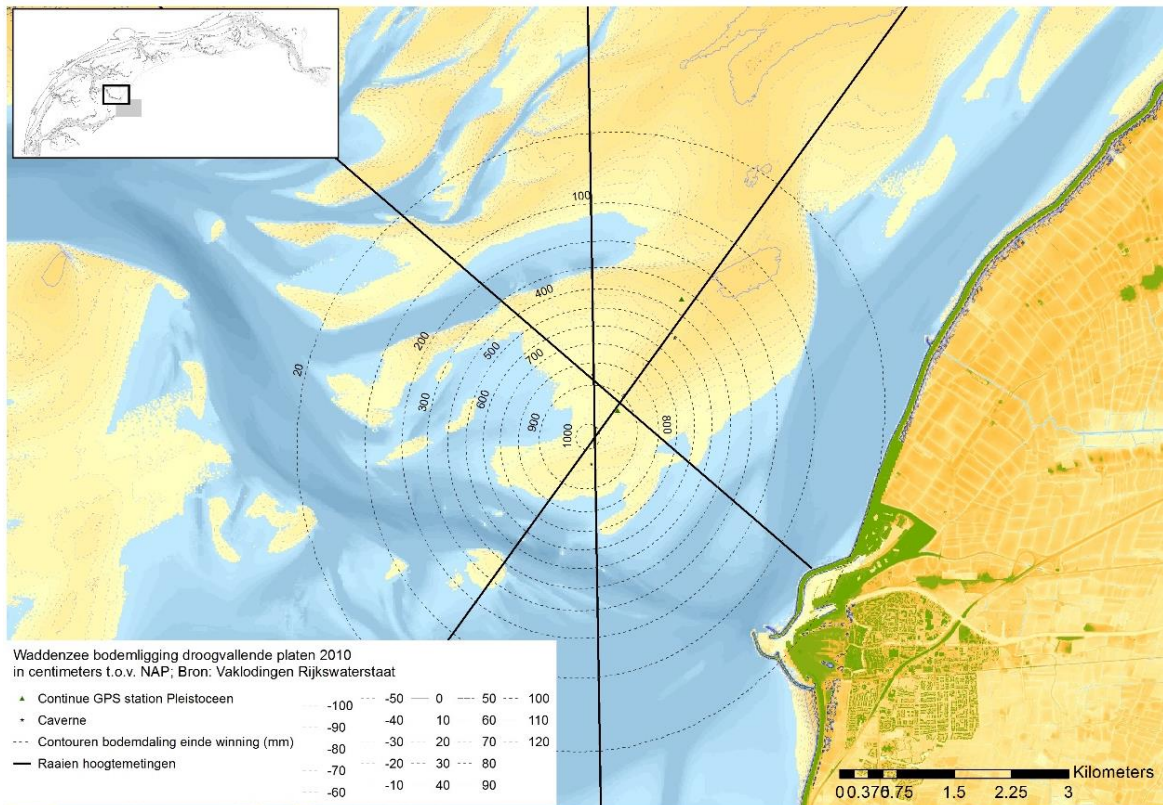
1 Inleiding

Frisia Zout B.V. (dochteronderneming van European Salt Company) te Harlingen produceert hoogwaardig vacuümzout (primair NaCl) d.m.v oplosmijnbouw op ongeveer 2,5 km diepte onder het vasteland nabij Harlingen. Bij deze productie ontstaan holle ruimtes (cavernes) die na winning gevuld zijn met zout water. Voor zoutwinning onder het vasteland worden in de toekomst echter geen nieuwe vergunningen afgegeven. Frisia Zout B.V. wil daarom nieuwe zoutwinningcavernes in de Waddenzee nabij Harlingen aanleggen en exploiteren.

Frisia Zout BV heeft inmiddels een vergunning Wet natuurbescherming gekregen voor de winning van zout uit cavernes diep onder de Waddenzee. Vanaf de productielocatie van Frisia Zout B.V. in Harlingen zal worden geboord naar het wingebed Havenmond in de Waddenzee. Dit gebied ligt onder de Ballastplaat (fig. 1.1). Dit gebied is van groot belang voor trekkende wadvogels. De zoutwinning zal daling van de diepe ondergrond tot gevolg hebben. Aan het eind van de winning bedraagt de diepe daling 1 meter. De mogelijke gevolgen van deze diepe bodemdaling voor de hoogte van de wadplaten, het plaatoppervlak en voor de natuur in de Waddenzee zullen worden gemonitord. Het uitvoeren van de zoutwinning vindt plaats volgens het hand-aan-de-kraan-principe: als blijkt dat de bodemdaling van de pleistocene ondergrond groter is dan verwacht of dat er effecten in de Waddenzee optreden als gevolg van bodemdaling door de zoutwinning, dan is het mogelijk om de winningstrategie aan te passen op een zodanige wijze dat de effecten binnen de gestelde grenzen blijven.

Onderdeel van de vergunning Wet natuurbescherming en het hand-aan-de-kraan-principe is een monitoringsprogramma, dat er op is gericht de morfologische en ecologische ontwikkelingen in de Waddenzee in de gaten te houden. Onderdeel van dit monitoringsprogramma is het meten van sedimentatie en erosie d.m.v spijkermetingen in het gebied waar bodemdaling optreedt. De spijkermetingen leveren aanvullende gegevens over de ontwikkeling van de hoogte van de droogvallende wadplaat en het optreden van erosie dan wel sedimentatie. De spijkermetingen zijn volledig onafhankelijk van de andere hoogtemetingen (raaimetingen en LIDAR) en bieden daarmee de mogelijkheid om de waargenomen ontwikkelingen met raaimetingen en LIDAR van de hoogte te verifiëren.

Sinds 1932 zijn er lodingen van Rijkswaterstaat beschikbaar waaruit de verandering in bodemhoogte (sedimentatie of erosie) afgeleid kunnen worden. De langjarige trend voor het gebied Ballastplaat laat zien dat het droogvallende plaatoppervlak sterk is toegenomen (figuur 11 in Cleveringa 2016). Met name aan de zuidzijde van de Ballastplaat vindt een uitbreiding plaats door verondieping van het Kimstergat, de geul tussen de Ballastplaat en de Friese kust. Geschat wordt dat er nog een plaatareaal van 2000 Ha kan groeien de komende 100 jaar in het kombergingsgebied tussen Harlingen en Griend, met name in het Kimstergat gebied. Dit alles is nog steeds een gevolg van herstelreacties, omtrent de sedimentbalans, van de Waddenzee op de afsluiting van de Zuiderzee in 1932.



Figuur 1.1 Het droogvallende deel van Ballastplaat in 2010 en de contouren van de diepe daling door zoutwinning aan het eind van de winning (bron: Cleveringa 2016).

In 2018 zijn op de Ballastplaat 13 meetstations ingericht waar op een nauwkeurige manier jaarlijkse sedimentatie/erosie gemeten wordt. In 2019 is nog een extra meetstation toegevoegd (zie tabel 3.1). Vervolgens zijn er in 2023 nog 5 extra meetstations toegevoegd aan de bestaande punten, waardoor nu op Ballastplaat-Zuid 18 meetstations gemeten worden (Tabel 3.1) en is een referentiegebied aangelegd met 10 extra meetstations op Ballastplaat-Noord (Tabel 4.1). In Bijlage I is een kaart weergegeven met daarop alle meetstations op Ballastplaat Zuid en Noord en de dalingscontouren van de zoutwinning.

Voorliggend rapport is het jaarrapport van het zesde monitoringsjaar 2023. In dit rapport worden de resultaten van een reeks van 23 metingen gepresenteerd over de periode juli 2018 tot december 2023.

2 Methode

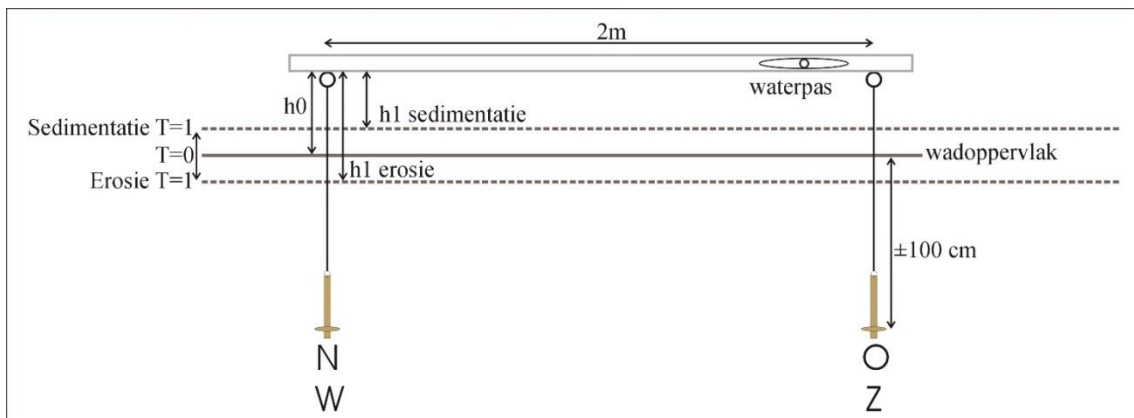
Er wordt viermaal per jaar gemeten, waarbij de meetstations tijdens laagwater lopend over het wad bezocht worden. Hiervoor is een getij nodig met een laagwaterstand van tenminste -100 cm NAP. De Ballastplaat wordt vanaf de haven van Harlingen per boot (RIB) bereikt. Er wordt in het Kimstergat aangeland ter hoogte van station BP10 (figuur 3.1). Daarna moet nog ongeveer 700 m door ondiep water gewaad worden.

De sedimentatie aan het wadoppervlak wordt gemeten m.b.v. ondergrondse schroefankers van 30 cm lengte waarvan de bovenkant 60 tot 90 cm onder het wadoppervlak geplaatst zijn (fig. 2.2). Een meetstation op het wad bestaat uit vier grondankers die in een vierkant rond een middelpuntmarkering staan. De afstand van het grondanker tot het middelpunt is ruim 1 meter in vier windrichtingen. Ieder meetstation is met een hand-GPS ingemeten. Aan ieder grondanker is een dyneema lijn bevestigd waarvan het uiteinde ongeveer 40 cm uit de bodem steekt. Hieraan is een aluminium ring bevestigd. De ringen worden per paar (noord & oost, zuid & west) waterpas aan de dyneema lijn bevestigd. Hiermee worden de punten op eventuele nazakking gecontroleerd. Tijdens een meting wordt met een liniaal met een brede voet (fig. 2.3) de lengte tussen bodem en bovenkant van de ring gemeten (fig. 2.4).

In juni 2018 zijn 12 meetstations (BP10 t/m BP120) van ieder vier grondankers uitgezet. In september 2018 is het dertiende station BP130 toegevoegd en in juni 2019 is het veertiende station BP140 toegevoegd. Vervolgens zijn er in 2023 vijf extra meetstations tussen de bestaande stations geplaatst (BP 150 t/m 190) en tien referentie meetstations op Ballastplaat-Noord (BP300 t/m BP390). De nieuwe stations op Ballastplaat-Zuid en Noord zijn 2 keer ingemeten, maar worden in dit rapport nog niet in de analyse meegenomen. Hiermee wordt in totaal op 29 locaties de sedimentatie/erosie aan het oppervlak van Ballastplaat gemeten en gemonitord. De hoogte van de bodem bij ieder grondanker is in september 2020 op Ballastplaat-Zuid met een RTK/DGPS apparaat (Topcon Hiper SR) ingemeten (tabel 3.1) zodat de gemeten veranderingen sinds de plaatsing van de grondankers aan deze hoogte gerelateerd kunnen worden. De nauwkeurigheid van de RTK/DGPS meting in de Z-richting bedraagt $\pm 2,5$ cm. De hoogte van de in 2023 nieuw aangelegde stations op Ballastplaat-Zuid (vijf stuks) en het referentiegebied op Ballastplaat-Noord (tien stuks) is nog niet gemeten. Deze hoogtes zullen in 2024 gemeten worden.



Figuur 2.1 Plaatsing van een grondanker in de bodem van Ballastplaat. 20-6-2018. Foto: Marijke Olivierse.



Figuur 2.2 Principeschema van de meetmethode om wad sedimentatie te monitoren. Indien na verloop van tijd een langere afstand tussen meetlabel en wadbodem gemeten wordt is er sprake van erosie. Andersom is er sprake van sedimentatie. Er ontstaat dus een meetreeks waarbij de afwijking van de beginmeting in de tijd gevolgd wordt.



Figuur 2.3 Meetliniaal met meetvoet. Deze wordt steeds op dezelfde wijze op de bodem gezet waarna de lengte van het meettouw langs de schaal wordt afgelezen.



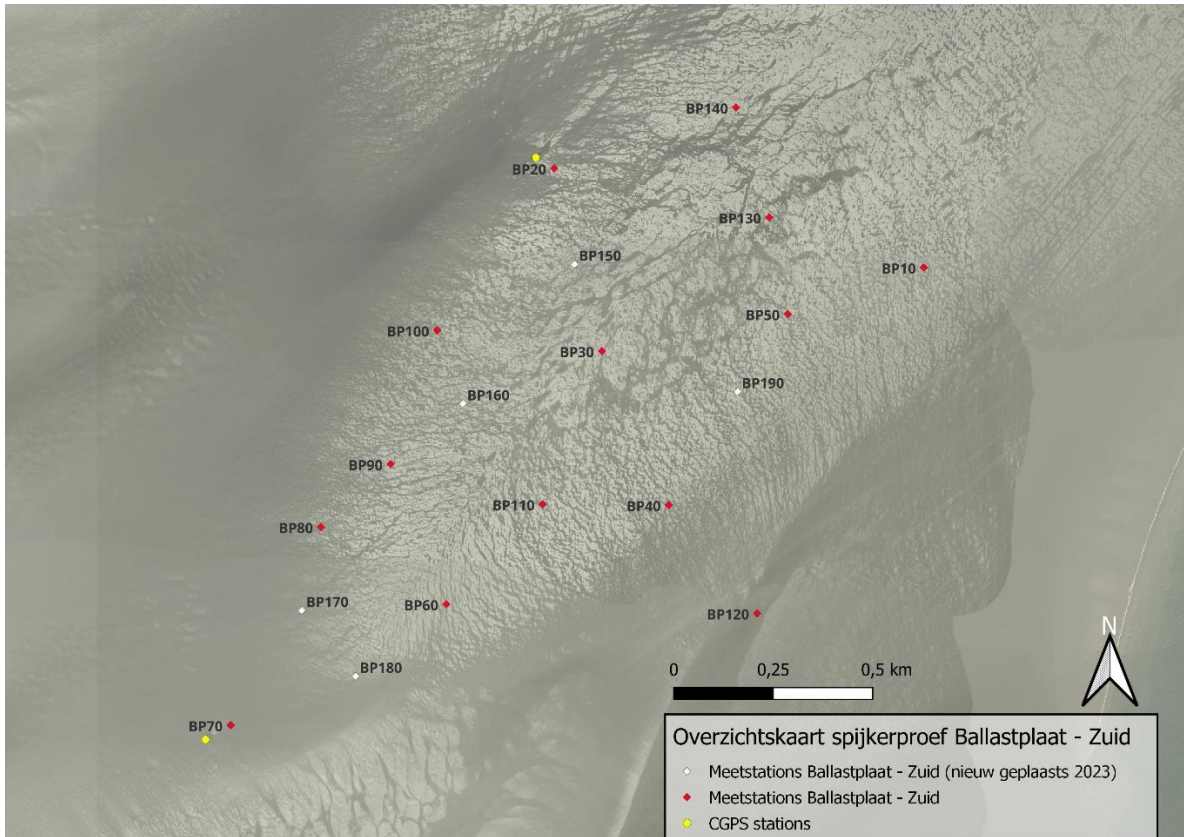
Figuur 2.4 Aflezing van een meting tussen de bodem en de bovenkant van een ring. In dit geval 45,1 cm.

3 Studiegebied Ballastplaat-Zuid zoutwinning

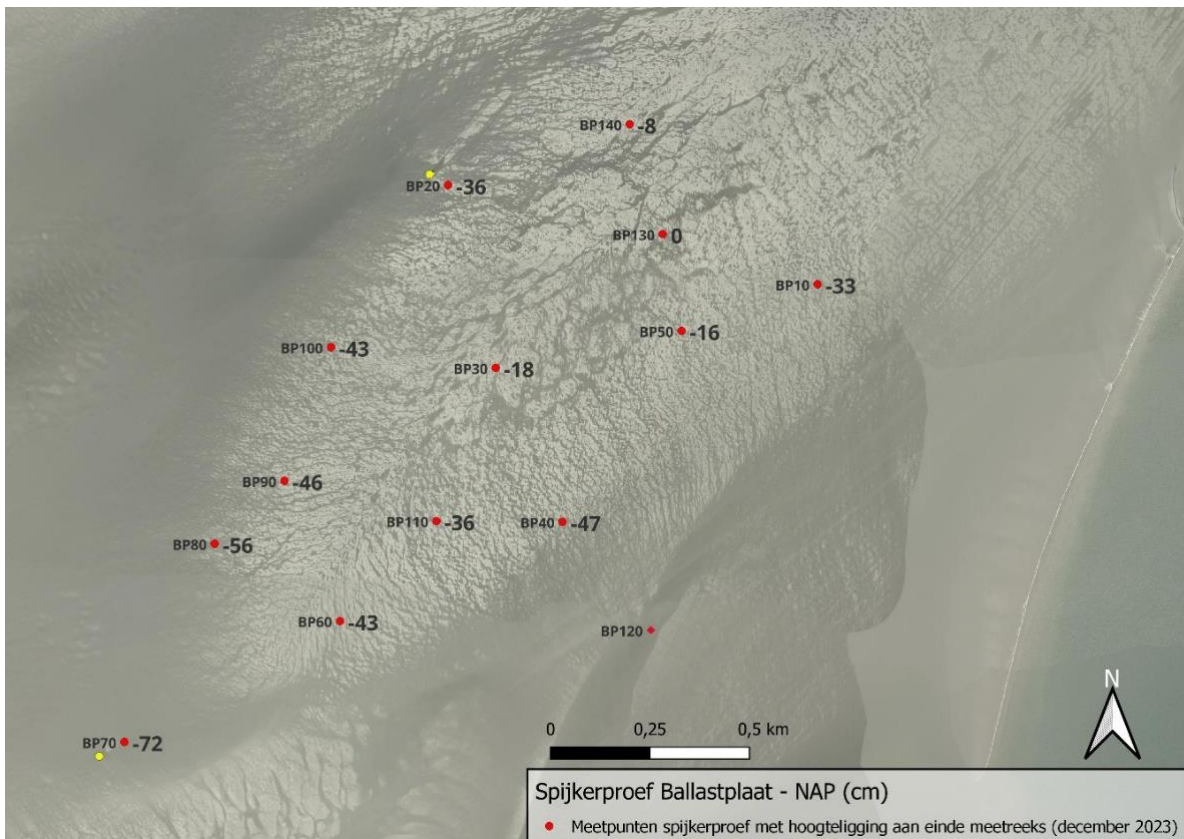
De eerste metingen zijn in 2018 begonnen op Ballastplaat. Tabel 3.1 geeft een overzicht van de locaties van de spijkermetingen en GPS stations en hoogteraaien van Frisia. In figuur 3.1 zijn de stations ingetekend op een satellietbeeld (uit december 2023). De hoogteligging ten opzichte van NAP van ieder station is in september 2020 ingemeten (Figuur 3.2). Van de nieuw toegevoegde stations moet de hoogte nog ingemeten worden. Meetpunt BP120 is in het voorjaar van 2022 vervallen. Door een storm is de bodem omgewoeld waardoor de ankerlijnen met ringen onvindbaar zijn geworden en het terrein onbegaanbaar werd door drijfzand. In Figuur 3.2 is de hoogteligging van alle meetstations weergegeven op de kaart.

Tabel 3.1 Coördinaten van meetstations met hoogte in cm NAP op de Ballastplaat-Zuid. De hoogte van de oudere meetstations zijn in september 2020 ingemeten met een Topcon Hiper SR RTK/DGPS apparaat met een nauwkeurigheid van $\pm 2,5$ cm. Van de nieuw aangelegde meetstations is de hoogte (NAP) nog niet ingemeten.

Meetlocaties Ballastplaat-Zuid			Datum Plaatsing	cm DGPS-RTK
Locatie	X (RD)	Y (RD)		16-9-2020 Z (NAP)
BP10	156.077	580.681	20-6-2018	-35,7
BP20	155.148	580.930	20-6-2018	-37,1
BP30	155.268	580.471	20-6-2018	-20,5
BP40	155.436	580.084	20-6-2018	-48,1
BP50	155.735	580.564	20-6-2018	-18,9
BP60	154.877	579.835	26-6-2018	-50,0
BP70	154.335	579.531	26-6-2018	-74,4
BP80	154.562	580.029	26-6-2018	-56,5
BP90	154.737	580.187	26-6-2018	-45,1
BP100	154.854	580.523	26-6-2018	-42,9
BP110	155.119	580.086	26-6-2018	-38,9
BP120	155.658	579.812	26-6-2018	-86,0
BP130	155.688	580.807	25-9-2018	-2,1
BP140	155.605	581.083	14-6-2019	-7,4
BP150	155.199	580.689	13-6-2023	x
BP160	154.919	580.339	13-6-2023	x
BP170	154.514	579.819	13-6-2023	x
BP180	154.649	579.654	13-6-2023	x
BP190	155.609	580.369	13-6-2023	x



Figuur 3.1 Meetstations van de spijkermetingen en de vaste GPS stations op Ballastplaat. In het rood de al bestaande meetstations en in het wit de nieuw geplaatste in 2023. In het geel de CGPS stations (gele paal) op het wad.



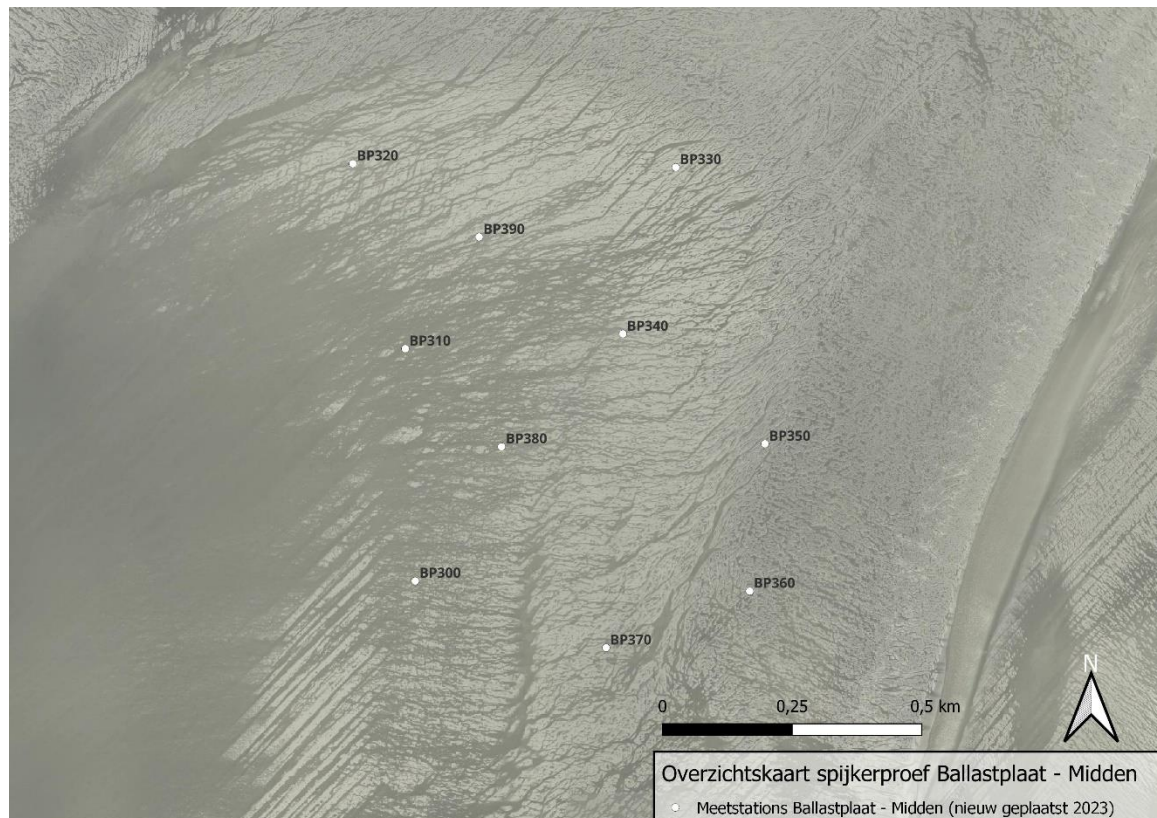
Figuur 3.2 Locaties van de meetstations op Ballastplaat met bij ieder station de berekende hoogteligging (NAP) in centimeter aan het eind van de huidige meetreeks (december 2023) met uitzondering van BP120 waar in september 2021 voor het laatst gemeten is.

4 Referentiegebied Ballastplaat-Noord

In 2023 zijn tien meetstations uitgezet op Ballastplaat-Noord als referentie voor de meetstations in de dalingskom. Tabel 4.1 geeft een overzicht van de locaties van de spijkermetingen en GPS stations en de datum van plaatsing. Van deze referentiestations zijn nog geen hoogtemetingen gedaan, dat zal in 2024 uitgevoerd worden en meegenomen worden in vervolg rapportages. In figuur 4.2 zijn de stations ingetekend op een satellietbeeld. Op Kaart 2 van Bijlage I is de dalingskom weergegeven met alle meetstations buiten en binnen de bodemdaling.

Tabel 4.1 Coördinaten van meetstations met hoogte in cm NAP op de Ballastplaat-Zuid. De hoogte van de oudere meetstations zijn in september 2020 ingemeten met een Topcon Hiper SR RTK/DGPS apparaat met een nauwkeurigheid van $\pm 2,5$ cm.

Meetlocaties Ballastplaat-Noord			Datum Plaatsing
Locatie	X (RD)	Y (RD)	
BP300	156.080	583.091	28-6-2023
BP310	156.061	583.539	28-6-2023
BP320	155.960	583.896	28-6-2023
BP330	156.582	583.889	28-6-2023
BP340	156.481	583.567	28-6-2023
BP350	156.755	583.356	28-6-2023
BP360	156.725	583.071	28-6-2023
BP370	156.448	582.962	28-6-2023
BP380	156.247	583.350	28-6-2023
BP390	156.203	583.754	28-6-2023



Figuur 4.1 Locaties van de referentie meetstations op Ballastplaat-Noord.

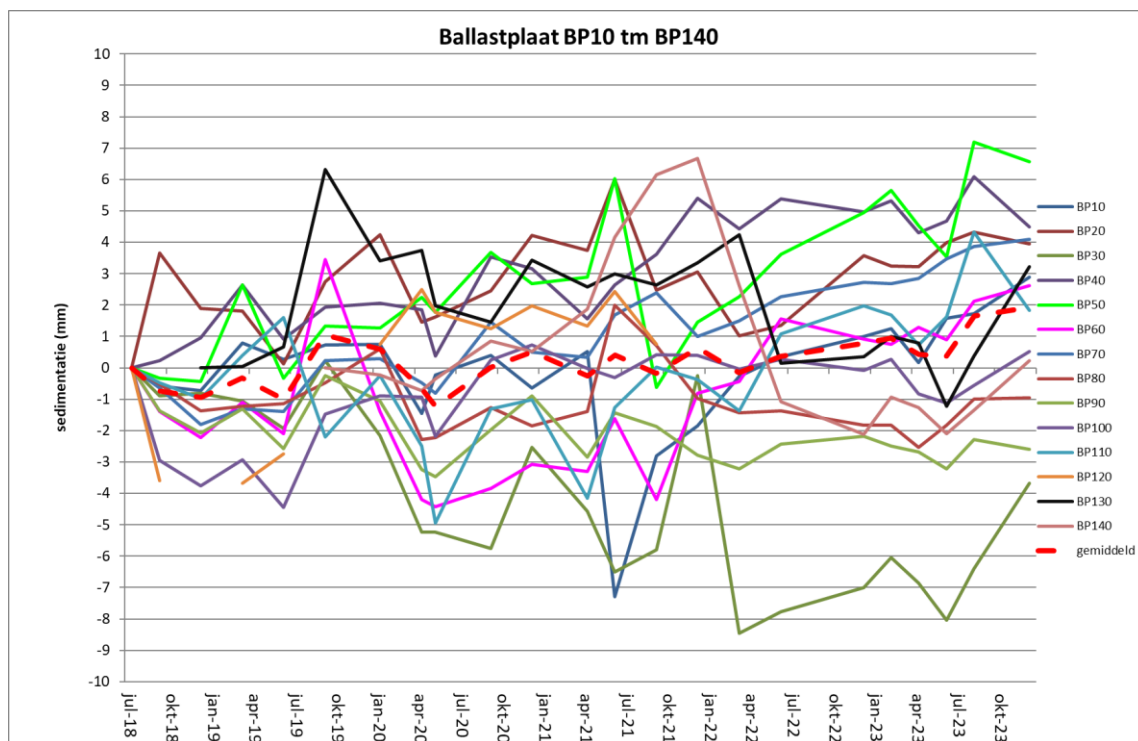
5 Resultaten Ballastplaat-Zuid

Voor de berekeningen zijn alle beschikbare grondankers meegenomen. In de meeste gevallen betekent dit per meting per meetstation vier grondankers die gemiddeld worden. Soms is een lijn met meetlabel (tijdelijk) onvindbaar en vind middeling over de wel beschikbare grondankers plaats. De gemiddelde verandering tussen iedere meting wordt gecumuleerd ten opzichte van het meetbegin van het station en de standaarddeviatie van iedere meting is ingetekend. Op deze wijze zijn alle meetstations uitgewerkt.

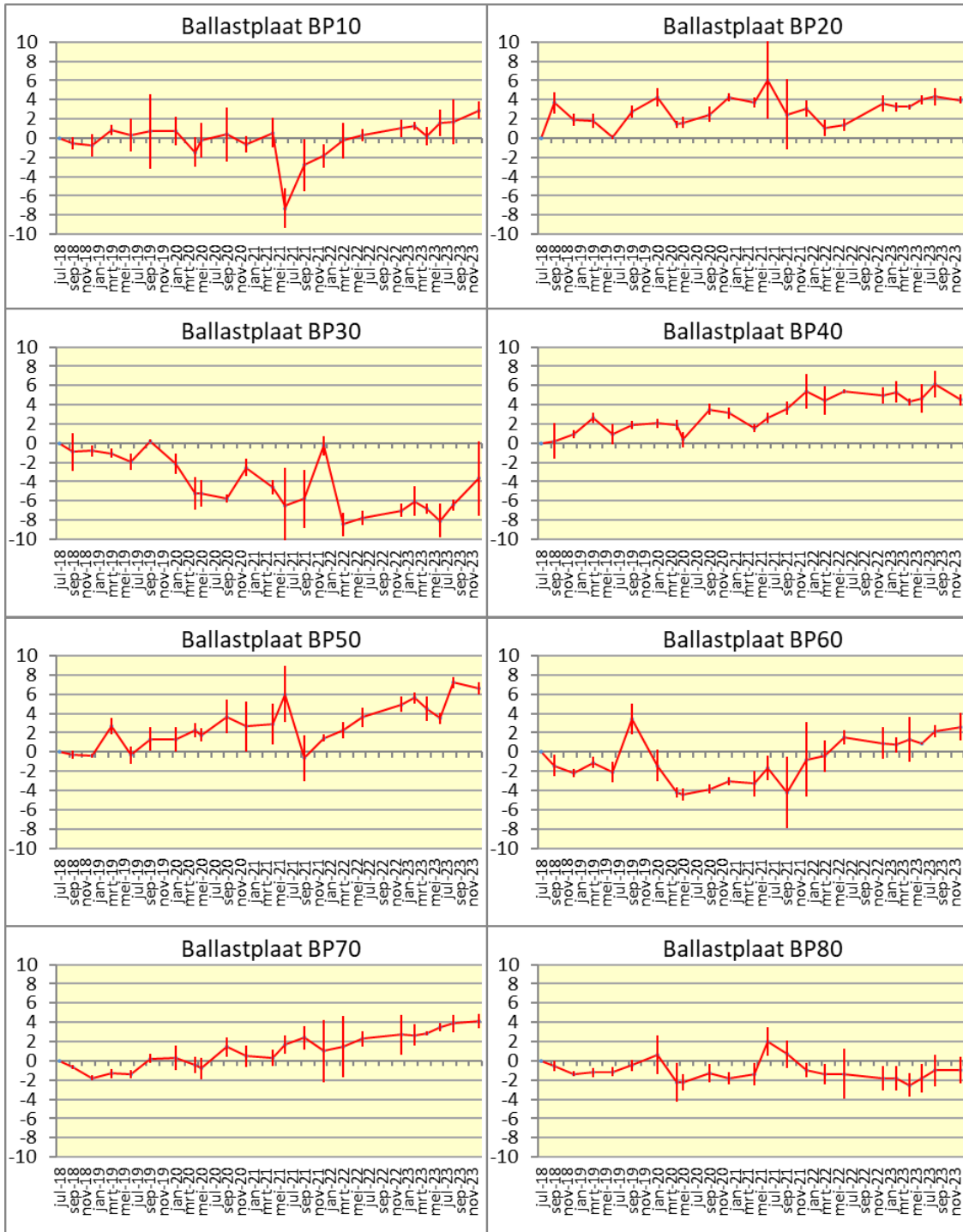
Wadsedimentatie over de periode 2018-2023

De meetreeks bestaat inmiddels uit maximaal 23 metingen. In deze paragraaf worden de eerste bevindingen gepresenteerd. In figuur 5.2 en 5.3 staan de meetdata per station grafisch uitgewerkt. In figuur 5.1 staan alle data van alle stations in een grafiek en tevens het gemiddelde van alle data als verschildmeting in centimeters ten opzichte van de beginmeting. De spreiding in de sedimentatie sinds het begin van de metingen loopt globaal genomen van -7 mm (BP30) tot +12 mm (BP50) en het totaal gemiddelde van alle meetstations komt in december 2023 uit op + 3 mm waarbij station BP120 niet is meegerekend omdat dit sinds september 2021 voor het laatst gemeten is.

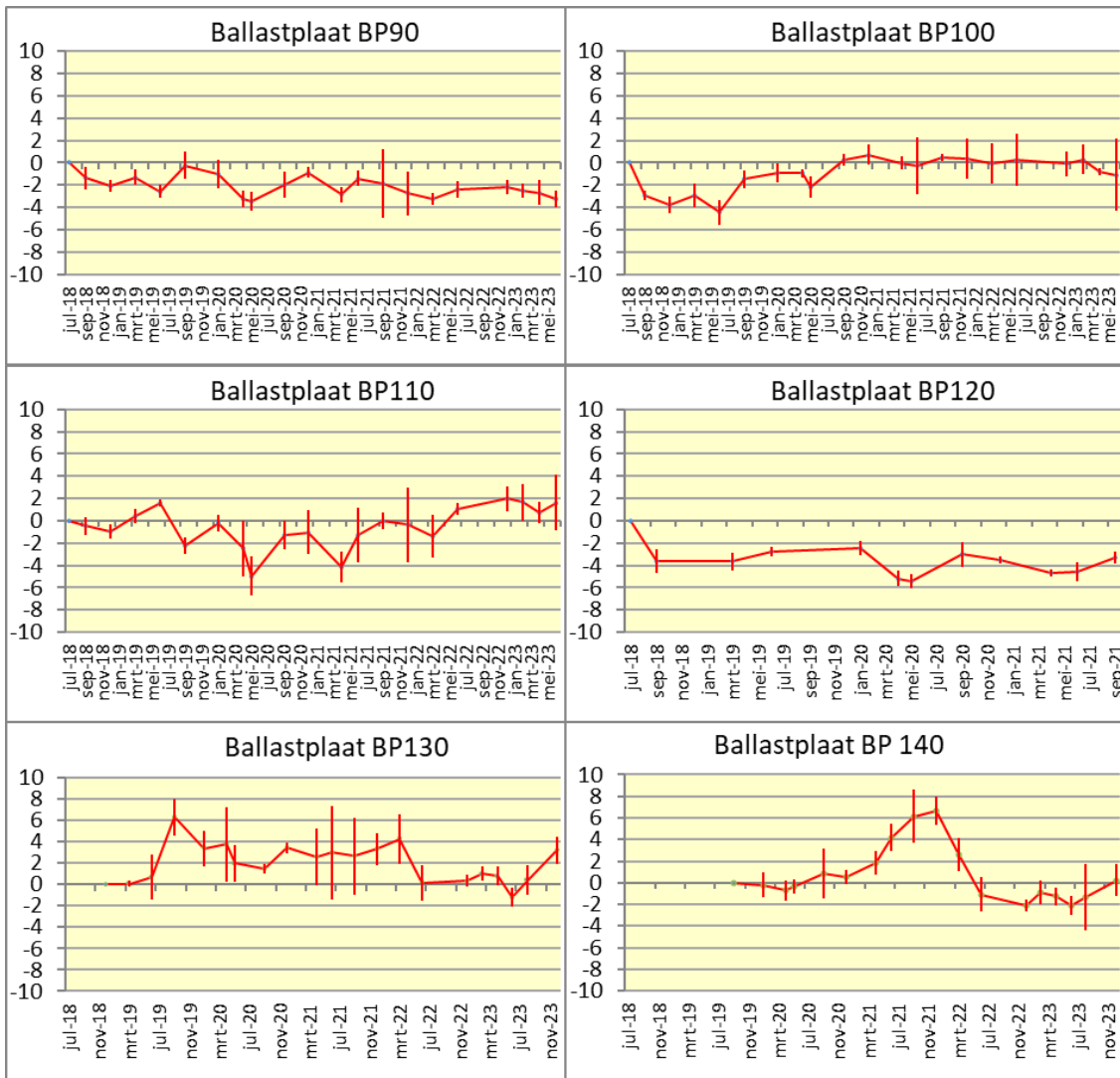
Er lijkt een beeld te ontstaan van enige erosie over de periode januari-april en in de periode mei-december weer sedimentatie. In het afgelopen jaar is er een lichte stijging in het gemiddelde te zien. Maar in een dynamisch gebied als de Waddenzee zijn lineaire trends met een hoge betrouwbaarheid zeldzaam en jaarlijkse fluctuaties die afwijken van gemiddeldes en trends eerder gewoon. Figuur 5.4 geeft de sedimentatiesnelheid in mm per jaar weer, gebaseerd op de data tot december 2023. Op de punten BP30, BP80 en BP90 is er gemiddeld per jaar erosie ontstaan. De overige punten laten opslibbing zien, waarbij de rand langs de geul aan de zuidkant de hoogte sedimentatie toont.



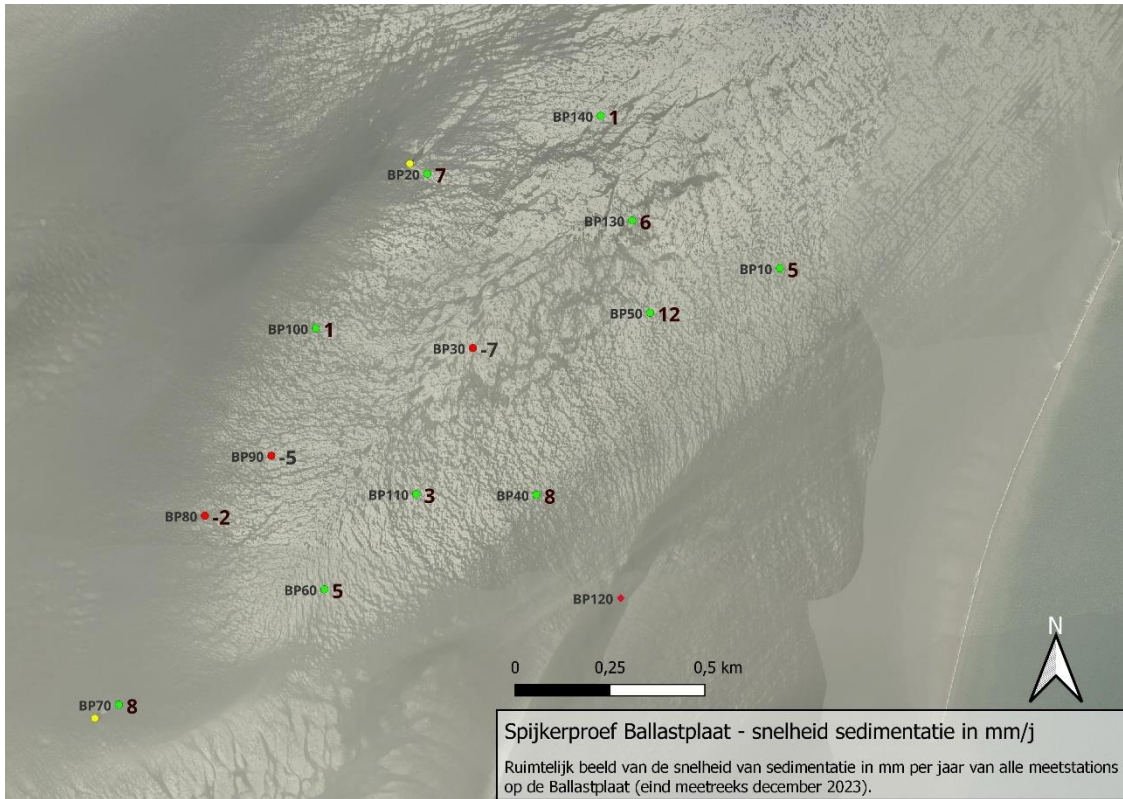
Figuur 5.1 Gemiddelde sedimentatie BP10 t/m BP140 en overall gemiddelde van alle stations op Ballastplaat bijgewerkt t/m december 2023.



Figuur 5.2 Gemiddelde sedimentatie en SD van de meetstations BP10 t/m BP80 op Ballastplaat bijgewerkt t/m december 2023. Op Y-as sedimentatie in cm. Vervolg van de meetstations staat op de volgende bladzijde.



Figuur 5.3 Gemiddelde sedimentatie en SD van de meetstations BP90 t/m B140 op Ballastplaat bijgewerkt t/m december 2023. Op Y-as sedimentatie in cm.



Figuur 5.4 Ruimtelijk beeld van de snelheid van sedimentatie in mm per jaar van alle meetstations op de Ballastplaat-Zuid, bijgewerkt t/m december 2023. Met uitzondering van BP120 waar in september 2021 voor het laatst gemeten is. Met in groen de stations die sedimentatie laten zien en in rood de stations waar erosie op is getreden. Satellietbeeld verkregen van de PDOK, Luchtfoto 2022 Ortho 25cm.

6 Discussie

Teneinde vast te kunnen stellen of er een verdieping plaats vindt in het deel van de Waddenzee dat binnen het dalingsgebied van de gaswinning valt, zijn meetstations op wadplaten ingericht. In de onderzoeksopzet is gekozen voor een praktische en pragmatische methodiek. Hierbij is een inschatting gemaakt van het aantal benodigde meetstations per plaatgebied op basis van de grootte en terreineigenschappen (vlakheid) van het gebied en de logistieke inspanning (dikte sliklaag en hoogteligging) om viermaal per jaar te kunnen meten. De gekozen methode is vooral geschikt voor een weinig dynamische gebied als een vrij vlakke droogvallende plaat. In erg dynamische gebieden als geulranden en in het sublitoraal gaan de meetstations vrij snel verloren of worden onvindbaar omdat ze door een dikke laag sediment bedekt worden. De meetstations zijn zo gekozen dat ze verspreid over het hele plaatgebied voor komen en in een vlak gebied liggen waardoor ze representatief zijn voor een relatief groot gebied. Overigens wordt tijdens iedere meting de omgeving van het meetstation op het oog beoordeeld om te zien of het station nog voldoet aan de eisen toen het ingericht is.

Vanwege de lage ligging is station BP120 soms tijdens het veldwerk in zo diep water gelegen dat goed meten niet mogelijk is. Bovendien is het station na een periode in februari 2022 met drie stormen in zeer korte tijd¹ in een soort drijfzand verdwenen. De locatie van BP120 is nog steeds erg slecht begaanbaar en daarom is ervoor gekozen om dit station te laten vervallen. De resultaten van dit station laten ook geen afwijkende waardes zien, wat een reden zou geven om het te laten staan. Op Ballastplaat-Zuid zijn dit jaar vijf nieuwe stations ingericht om het netwerk iets te verdichten en met name richting BP70 enkele extra meetstations in te richten. De locaties nabij dit punt zijn belangrijk omdat onder dat deel van de plaat een winningscaverne wordt gemaakt. Hier is een nauwkeurige monitoring van effecten op de sedimentatie en plaathoogte ontwikkeling van belang. Deze nieuwe meetstations zijn twee keer opgemeten en zullen in volgende rapportages meegenomen worden in de analyse. Op Ballastplaat-Noord zijn tien extra meetstations aangelegd als referentiegebied buiten de dalingscontour.

Het belang van deze metingen moet gezien worden in een eenvoudige en kosten efficiënte manier om op een nauwkeurige schaal (mm niveau) met een vrij hoge frequentie (viermaal per jaar) sedimentatie op wadplaten te kunnen volgen. Hierbij wordt een goede indruk gekregen van de sedimentatie in de tijd waarbij vooral duidelijk wordt wat lokaal de natuurlijke variatie is zowel op de korte als op de lange termijn.

Naarmate de meetreeksen zich uitstrekken over een langere periode winnen ze aan kracht. Pas na meer meetjaren is het mogelijk om langzame processen als diepe bodemdaling door zoutwinning en zeespiegelstijging door klimaatverandering te onderscheiden van natuurlijke variatie op kortere tijdschalen. Daarmee wordt het mogelijk om deze metingen te gebruiken om het effect van events (zoals stormen) te onderscheiden van gestage effecten als gevolg van bodemdaling door zoutwinning.

¹ <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/drielingstorm-dudley-eunice-en-franklin>

7 Literatuur

Cleveringa, J. Notitie Morfologische ontwikkelingen Ballastplaat. ARCADIS. Arnhem. 2016.

Hoeksema H.J., e.a.. RIKZ. Bodemdalingstudie Waddenzee 2004. Rapport RIKZ/2004.025.

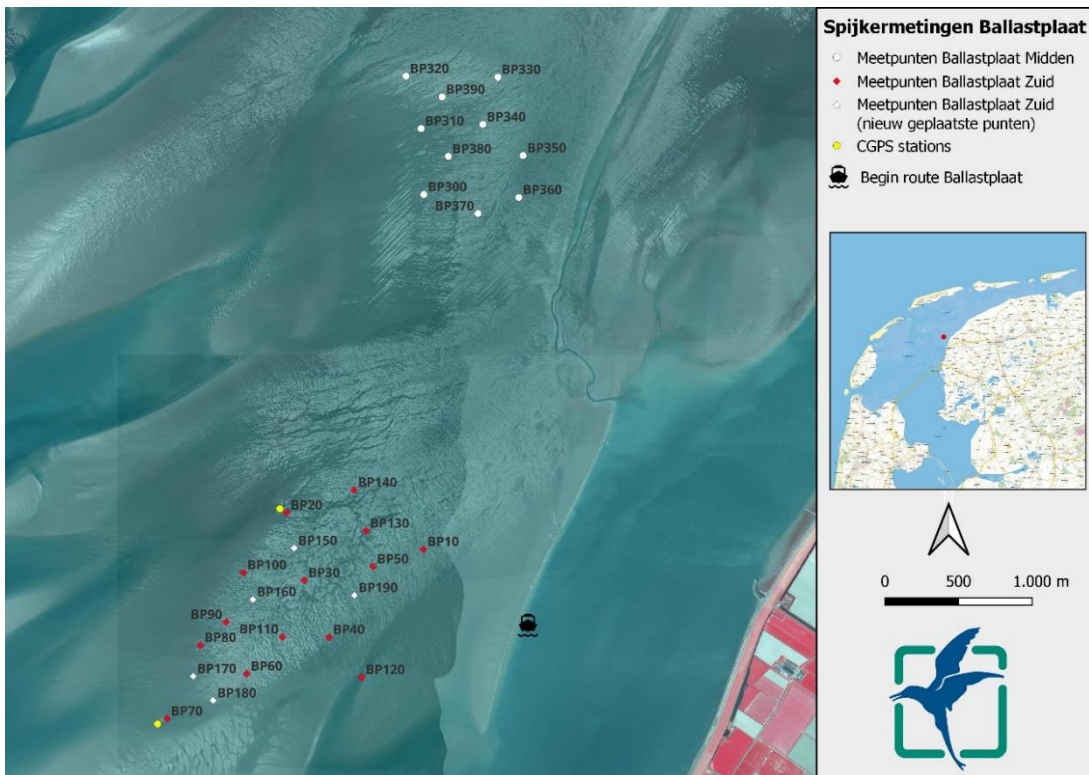
Krol J., 2017. Evaluatierapport Wadsedimentatiemetingen Ameland, Engelsmanplaat, Paesens en Schiermonnikoog 2007-2016. Natuurcentrum Ameland, Nes.

Vlas J de, e.a.. Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland, 2011. Monitoring van effecten van bodemdaling op Ameland-Oost. Evaluatie na 23 jaar gaswinning. Assen. 2011.

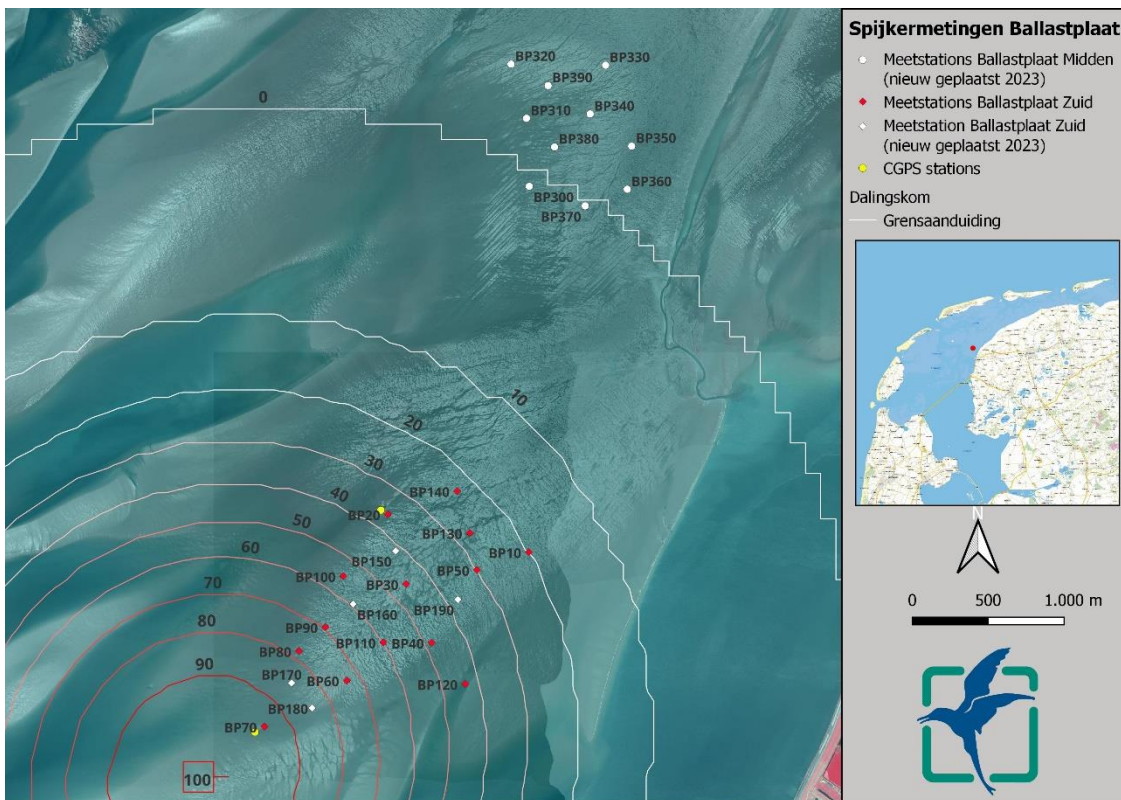
Website: Monitoring wadplaatontwikkeling bij Ameland onder invloed van gaswinning (2017).

https://www.waddenacademie.nl/fileadmin/inhoud/pdf/03-Thema_s/Geowetenschap/Bodemdaling_2017/Hoofdstuk_2_Morfologie.pdf

Bijlage 1 Kaarten studiegebied



Kaart 1. Bestaande (rode stippen) en nieuw aangelegde (witte stippen) meetstations op Ballastplaat-Noord (referentie metingen) en Ballastplaat-Zuid (metingen in dalingsgebied) en aanlegpunt voor de boot. In het geel de CGPS stations (gele paal) op het wad.



Kaart 2. Meetstations op Ballastplaat met de uiteindelijke dalingscontour aan het eind van de zoutwinning.

A photograph showing two workers in waders and rain gear measuring a field. One worker is using a long spirit level on the ground, while the other stands nearby. The background is a flat, open landscape under a grey sky.

Adres

Suderwei 2
9269 TZ Feanwâlden

Adres Amsterdam
Science Park 400, Matrix II, k1.05
1098 XH Amsterdam
Telefoon 0511 47 47 64
info@altwym.nl

www.altwym.nl