



Monitoring Rietoevers IJsselmeergebied

Rijkswaterstaat



Nelen &
Schuurmans

13-5-2025



Monitoring Rietoevers IJsselmeergebied

[Subject]

Voor
Rijkswaterstaat
Zuiderwagenplein 2
Lelystad

Nelen & Schuurmans
Zakkendragershof 34-44
3511 AE Utrecht

www.nelen-schuurmans.nl

Auteurs: Nelen & Schuurmans en Scirpus Ecologisch Advies
H. Coops, J. Verbree en T. De Vries

Projectgegevens

Dossier : U0190
Datum : 13-5-2025
Versie : Definitief

Niets uit deze rapportage mag worden veeleelvoudigd of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de opdrachtgever. Noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.



Samenvatting

In 2018 werd een nieuw Peilbesluit vastgesteld voor het IJsselmeergebied, met als doel een flexibeler peilbeheer voor betere benutting van de zoetwatervoorraad, zonder afbreuk te doen aan de waterveiligheid of andere gebruiksfuncties. Een mogelijk effect van het nieuwe Peilbesluit betreft de kwaliteit en het areaal van rietoevers. Om dit effect vast te stellen, is een nulmeting uitgevoerd in 2018 en is vervolgens monitoring uitgevoerd in de periode 2019-2024.

Deze rapportage is de eindevaluatie van de rietmonitoring. Hierin zijn de resultaten beschreven van de gehele monitoringsperiode. Deze eindevaluatie beantwoordt de vraag: 'Heeft het natuurlijkere peilverloop als gevolg van het Peilbesluit effect op het rietareaal en de kwaliteit van de rietoevers in het IJsselmeergebied?'.
Op basis van de uitgevoerde en in het rapport beschreven analyses komen we tot onze conclusies en beantwoording van de evaluatievraag:

1. Door het meetnet van rietoevers met jaarlijkse metingen van rietareaal en – kwaliteitskenmerken, is een uitgebreid beeld verkregen van de toestand en ontwikkeling van rietoevers in het IJsselmeergebied.
2. Allerlei milieufactoren zijn van invloed op de ontwikkeling van rietareaal en –kwaliteit. Door de grote regionale variatie aan milieu-omstandigheden in oeverzones is de rol van peilgebonden milieucondities niet overal hetzelfde. De directe en indirecte invloed van het waterstandsverloop kan daardoor per locatie verschillen.
3. Vraat door watervogels is op de meeste locaties de belangrijkste factor op de overgang tussen rietvegetatie en open water.
4. Het waterstandsverloop heeft invloed op de verruiging en verlanding van rietgordels vanaf de landzijde. De belangrijkste component hiervan is het al of niet optreden van extreme waterstanden, die buiten de reikwijdte van het peilbesluit vallen.
5. Er zijn geen aanwijzingen gevonden dat veranderingen in het peilverloop als gevolg van het nieuwe peilbesluit in het algemeen geleid hebben tot meetbare versterkte groei of achteruitgang van rietkragen. Op locaties met een zeer ondiepe vooroever wordt op langere termijn wel een positief effect verwacht van het vervroegd uitzakken van de waterstand in de zomer.
6. De algemene conclusie uit de rietmonitoring is dat het peilbesluit in de evaluatieperiode geen meetbaar negatief of positief effect heeft gehad op het areaal en de kwaliteit van rietoevers.



Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doel	1
1.3	Werkwijze.....	2
1.4	Leeswijzer	2
2	Methodiek	3
2.1	Gebieds- en locatiebeschrijving	3
2.2	Verzamelen en verwerken gegevens	4
2.3	Veldmetingen	5
2.3.1	Methode inwinning	5
2.3.2	Nauwkeurigheid ingewonnen gegevens.....	7
2.3.3	Nauwkeurigheid meetapparatuur en correctie van meetpunten	7
2.3.4	Waterpeilen	8
2.3.5	Locatiespecifieke en incidentele verschijnselen.....	8
2.4	Luchtfoto interpretatie	8
2.4.1	Databronnen	8
2.4.2	Classificatie	10
2.5	Overige gegevens.....	10
2.6	Indicatoren voor rietkwaliteit.....	11
2.6.1	Habitatgeschiktheid Grote Karekiet	11
2.6.2	Habitatgeschiktheidsindex Roerdomp	12
3	Resultaten.....	14
3.1	Omgevingsfactoren	14
3.2	Ontwikkeling rietkwaliteit	17
3.3	Zonebreedte en oppervlakte waterriet.....	18
3.4	Habitatgeschiktheidsindices	20
3.4.1	Grote Karekiet	20
3.4.2	Roerdomp.....	21
4	BACI Analyse.....	23
4.1	Methode.....	23
4.2	Opzet BACI.....	23
4.3	Resultaten.....	24
4.4	Conclusies.....	27
5	Case-by-case Analyse	29
5.1	Methode.....	29
5.2	Locaties	29
5.2.1	YSM1 Kornwerderzand	29
5.2.2	YSM 10 Sluis Lemmer	33
5.2.3	MM4 Hemmeland	37
5.2.4	MM11 Waterkeringpad	40
5.2.5	ZRM102 Nekkeveld	43
5.2.6	ZRM7 Naarderbos	46



5.2.7	KET9 Oliebollen	50
5.2.8	KET12 Schokkerplaat	53
5.2.9	ZM1 Zwarte Hoek Oost	57
5.2.10	ZM5 Venegoot-west	61
5.2.11	VRM2 Drielander	65
5.2.12	VRM8 Oude Zeeweg	68
5.3	Conclusies	71
6	Conclusies en discussie	74
6.1	Conclusies	74
6.2	Discussie	74
6.2.1	Vraagstelling	74
6.2.2	Methodiek	75
6.2.3	Analyse	76
6.3	Aanbevelingen	77
6.3.1	Vraagstelling	77
6.3.2	Methode	78
6.3.3	Analyse	79
6.4	Advies carrousel	80
7	Referenties	81
I.	Monitoringlocaties in het OFP-meetnet	82
II.	Methode luchtfoto classificatie	85
III.	Opbouw factsheets	86
IV.	Lessons-learned Luchtfoto's	89
V.	Habitatgeschiktheid Grote Karekiet en Roerdomp	91
VI.	Voorstel gegevensverzameling	94
VII.	Rapporten verschijnen in het Project OFP-Rietoevers	95



1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In 2018 is een nieuw Peilbesluit vastgesteld voor het hele IJsselmeergebied waarin een flexibeler peilbeheer moet zorgen voor een betere benutting van de zoetwatervoorraad zonder dat de waterveiligheid vermindert en de overige gebruiksfuncties worden belemmerd.

Eén van de aspecten waar het nieuwe Peilbesluit mogelijk effecten veroorzaakt is de kwaliteit en het areaal van rietoevers. In de passende beoordeling die is uitgevoerd voor het MER wordt als gevolg van de hoge waterstand in het voorjaar en lage waterstand in het najaar een positief effect verwacht op de kwaliteit en het areaal rietoevers (Sweco 2017a, Sweco 2017b).

Om het effect van het nieuwe Peilbesluit te kunnen evalueren is een monitoringsproject opgezet voor 6 jaar (2019-2025). De monitoring van rietoevers maakt hier deel van uit.

1.2 Doel

TOELICHTING OPERATIONALISERING FLEXIBEL PEILBEHEER

Rijkswaterstaat is verantwoordelijk voor het peilbeheer in het IJsselmeergebied, bestaande uit het IJsselmeer, Markermeer en de Veluwevloedmeren. In de zomer is ongeveer 30 procent van Nederland afhankelijk van het water uit het IJsselmeergebied. Op 14 juni 2018 heeft de minister van Infrastructuur en Waterstaat een nieuw peilbesluit IJsselmeergebied vastgesteld.

Met dit peilbesluit wordt in de peilcompartimenten IJsselmeer en Markermeer een flexibeler peilbeheer mogelijk gemaakt waarbij het peil mag fluctueren binnen een bepaalde bandbreedte. In de Veluwevloedmeren blijft een vast streefpeil gehanteerd. De bandbreedte biedt de waterbeheerder meer ruimte om te anticiperen op de weersomstandigheden en de toenemende vraag naar zoetwater als gevolg van klimaatverandering. Bij dreigend watertekort kan bijvoorbeeld water worden vast gehouden om een buffervoorraad te vormen. Met een hoger peil in het voorjaar (in het Peilbesluit genoemd het 'vroeg voorjaar') en het uitzakken van het peil aan het eind van zomer wordt ook een meer natuurlijk peilverloop mogelijk gemaakt.

Het flexibiliseren van het peilbeheer vloeit voort uit de opgaven van het Deltaprogramma en het Nationaal Waterplan. Het doel is om beter in te spelen op de meteorologische omstandigheden en de behoefte aan zoetwater in het IJsselmeergebied zonder dat er een extra waterveiligheidsopgave ontstaat, en waarbij de kans op het optreden van ongewenste effecten op andere thema's is geminimaliseerd. In het peilbesluit is de verplichting opgenomen om continu te monitoren en na zes jaar een evaluatie uit te voeren van de effecten van het gewijzigde peilbeheer

Het doel van deze eindevaluatie is antwoord geven op de evaluatievraag zoals die was gesteld in de opdracht: 'Wat is het effect op het areaal aan, en de kwaliteit van de rietoevers van het meer flexibele peilverloop als gevolg van het Peilbesluit?' (Tauw, 2017). Om deze doelstelling te verwezenlijken is afgesproken monitoring van rietoevers op te zetten waarbij ook andere factoren, die van invloed kunnen zijn op ontwikkelingen in de rietoevers in het IJsselmeergebied, worden meegenomen. Om te bepalen of het peilbesluit invloed heeft op rietoevers is een nulmeting uitgevoerd (vóór het ingaan van het peilbesluit in 2019) en zijn de 6 jaar na het ingaan van het peilbesluit ook metingen uitgevoerd.



1.3 Werkwijze

Deze eindevaluatie beschrijft trends in zowel rietareaal als rietkwaliteit, en belicht de resultaten van de meetcampagnes die tussen 2018 en 2024 zijn uitgevoerd. De rapportages van de afzonderlijke meetcampagnes en de analyses daarover zijn vastgelegd in de gegevensrapportages en afhankelijk van het jaar in een kleine of grote duiding. Voor de nulsituatie wordt gebruik gemaakt van de nulrapportage die in 2019 is opgeleverd. In de Bijlage VII staan alle rapportages benoemd die voor dit project zijn opgesteld.

Om de gestelde evaluatievraag te kunnen beantwoorden worden in dit rapport de monitoringsresultaten in beschouwing genomen. Op basis van de veldmetingen en luchtfoto's wordt de ontwikkeling van rietkenmerken, rietareaal en habitatsgeschikheids beschreven. In deze aanpak zijn de metingen uitgevoerd in de Randmeren-Oost, waar het Peilbesluit niet op van toepassing is, voor zover mogelijk als controle gebruikt. Tevens zijn resultaten van deels vergelijkbare rietmetingen uit 2013-2014 bij de analyse betrokken. Hierdoor kon een Before-After-Control-Impact (BACI) analyse worden uitgevoerd op een deel van de data (vergelijking van veranderingen tussen 2013-2018 en 2018-2024). Daarnaast is voor case-by-case analyse uitgevoerd gebaseerd op de veldmeetdata in combinatie met luchtfoto's en aanvullende informatie. In hoeverre het nieuwe peilbesluit geleid heeft tot een ander jaarlijks verloop in de waterstanden is niet diepgaand onderzocht. Wel is geprobeerd per deelgebied een zo goed mogelijke inschatting te maken van het verschil tussen het peilverloop vóór, en na het ingaan van het nieuwe peilbesluit.

1.4 Leeswijzer

In deze eindevaluatie beschrijven we in hoofdstuk 2 de gekozen methodiek voor het uitvoeren van de evaluatie. We gaan daarbij in op hoe de data is ingewonnen en bewerkt om het te kunnen gebruiken voor analyses. In hoofdstuk 3 lopen we de resultaten uit de gegevensverzameling na, waarbij we puur naar de meetresultaten en de veranderingen door de jaren heen kijken. In de hoofdstukken 4 en 5 gebruiken we deze resultaten voor de analyse om antwoord te geven op de evaluatievraag. In hoofdstuk 4 doen we dat via de BACI-methode en in hoofdstuk 5 door locaties door de jaren heen te volgen via de Case-by-case-methode. In hoofdstuk 6 geven we antwoord op de evaluatievraag en benoemen we enkele discussiepunten en aanbevelingen. Alle relevante ondersteunende en aanvullende informatie is opgenomen in de Bijlagen.

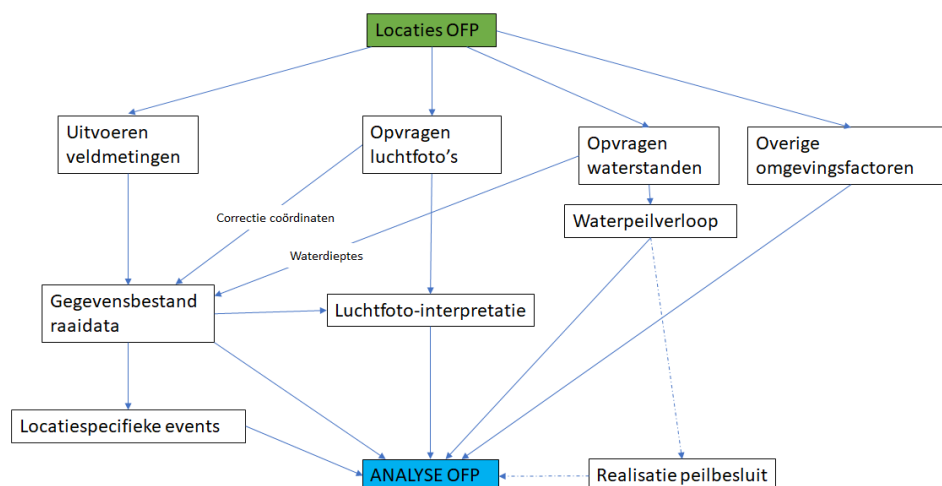
In Tabel 2.1 staan de aantallen gemeten locaties per jaar en per waterlichaam aangegeven.

Tabel 2.1. Aantallen gemeten locaties per jaar per waterlichaam

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
IJsselmeer	12	7	7	8	7	7	9
Ketelmeer-Vossemeer	12	7	7	8	6	6	8
Zwarte Meer	12	7	7	8	8	6	7
Markermeer-IJmeer	11	6	5	6	6	5	6
Zuidelijke Randmeren	12	7	7	7	6	6	10
Veluwerandmeren	12	8	7	8	7	6	8

2.2 Verzamelen en verwerken gegevens

In Figuur 2.2 wordt de aanpak van de uitgevoerde monitoring schematisch weergegeven. In het project hebben we gegevens verzameld die in 3 categorieën kunnen worden ingedeeld: veldmetingen, luchtfoto's en overige gegevens. Elke categorie heeft een eigen methodiek voor het inwinnen en verwerken. Deze lichten we hieronder toe.



Figuur 2.2. Schematisch overzicht inwinning, verwerking en analyse van de gegevens

Het startpunt is de locatieverzameling zoals die beschreven staat in de vorige paragraaf. Ieder jaar wordt voor de geselecteerde locaties van dat jaar op drie wijzen data ingezameld. Allereerst worden de veldmetingen uitgevoerd, waarbij in het veld door de rietkraag wordt gelopen om de benodigde gegevens te verzamelen. Daarnaast worden de kaartbladen van de luchtfoto's opgevraagd waar alle gedefinieerde locaties voor de rietmonitoring opstaan. Tot slot worden de waterstanden en omgevingsfactoren opgevraagd die gekoppeld worden aan de locaties.

Deze informatie wordt gecombineerd en verwerkt om tot de analyse te komen. De gegevensbestanden met raaidata wordt opgebouwd uit de veldmetingen, maar gecontroleerd met behulp van de luchtfoto's. Vervolgens wordt het aangevuld met de opgevraagde waterstanden. Als het gegevensbestand gecontroleerd is en definitief gemaakt wordt het gebruikt als input voor de luchtfoto-classificatie, zowel als trainingsdata



en controle data voor het herkenning algoritme. Daarmee krijgen we een interpretatie van de luchtfoto's.

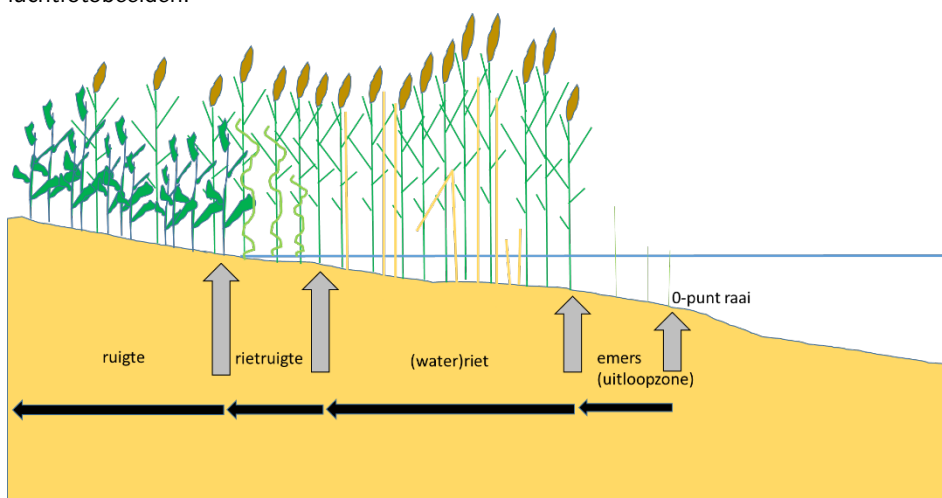
Voor de analyse van het operationeel flexibel peilbeheer (hierna OFP) kijken we naar het gegevensbestand met raaidata om statistieken af te leiden, met de luchtfoto's ter ondersteuning en correctie. De luchtfoto's worden verder gebruikt voor de bepaling van de habitatsgeschiktheidsindex van de Roerdomp en voor ondersteuning van de analyse op basis van veldmetingen. Het waterpeilverloop, de realisatie van het peilbesluit, overige omgevingsfactoren en locatie specifieke gebeurtenissen worden gebruikt om te duiden welke oorzaken er kunnen zijn voor specifieke veranderingen en in welke mate het OFP ermee van doen heeft.

2.3 Veldmetingen

2.3.1 Methode inwinning

Voor de veldmetingen is de volgende methodiek gebruik voor het vastleggen van de gegevens. Van iedere te meten raai worden de opgeslagen coördinaten van het in 2018 vastgelegde 'nulpunt' van de raai opgezocht met behulp van een handheld GPS (Garmin GPSmap 66s) en zo nauwkeurig mogelijk benaderd. In de meeste gevallen is de door de GPS aangegeven afwijking van het gevonden punt 0 m, maar grotere afwijkingen komen ook voor. Op sommige punten is daarom de positie volgens de handheld GPS geverifieerd met behulp van een ander GPS-device (op mobiele telefoon of tablet). Vanaf het nulpunt wordt de raai loodrecht op de rietrand bepaald en wordt vervolgens de rand van de emerse rietvegetatie als het nieuwe nulpunt als 'waypoint' gemarkeerd en opgeslagen. De positie van het oude nulpunt wordt, indien deze meer dan 1 m afwijkt van het nieuwe nulpunt, als afzonderlijk waypoint vastgelegd of de afstand tot het huidige nulpunt wordt genoteerd.

Vanuit het nulpunt worden landinwaarts langs een afrolbaar meetlint (max. 50 m) de vegetatie-overgangen gemarkeerd met een nauwkeurigheidsmarge van 0,5 m; op elke overgang tot en met de waterlijn wordt de waterdiepte gemeten (Figuur 2.3). Op zoveel mogelijk overgangen worden naast de afstand op het meetlint ook de GPS-coördinaten als waypoint gemarkeerd en opgeslagen. Hierdoor kunnen schuin of in een bocht lopende raaien eventueel achteraf worden gecorrigeerd. Een verdere correctie van een deel van de locaties heeft verder plaatsgevonden door de meetpunten te matchen met luchtfotobeelden.



Figuur 2.3. Typische zonering over een raai met ingemeten overgangen (pijlen). Het 'nulpunt' van de raai is op de grens van open water en emerse zone (meest rechtse pijl)



Binnen de riet- en ruigtezones worden op het oog zichtbare zones (overgangen in riettype, -dichtheid enz.), steilrandjes, strooiselzones, bomen, enz. vastgelegd. Ook de aanwezigheid van andere helofytensoorten wordt gemeten. Daarnaast worden andere relevante overgangen langs de raai gemeten en opgeslagen, zoals grenzen tussen verschillende typen riet, klifranden, begin- en eind van strooiselzomen, begin- en eind van open water/ijl riet plekken in de rietbegroeiing, rand gemaaid riet, stortsteen- of andere beschoeiing. Rietruigte en overige ruigte zijn globaal beschreven door het noteren van de aangetroffen soorten.

Tabel 2.2. Parameters dataset

rec	record nummer
Project	OFP rietoevers [jaar]
Waterlichaam	Aanduiding van het waterlichaam waarin de meting plaatsgevonden heeft: IJsselmeer, Markermeer, Randmeren Zuid, Randmeren Oost, Ketelmeer-Vossemeer, Zwarte Meer
LocatieID	Aanduiding locatiecode
Locatiennaam	Aanduiding locatiennaam
Locatie omschrijving	Volledige locatiennaam
RaaiID	Aanduiding raai
MeetpuntID	Volgnr. meting op de raai
Datumtijd	Datum van uitvoering
Waarnemer(s)	Initialen van de uitvoerenden
Methode	boot of vanaf land
volledigheid	Aanduiding 0 = alleen rand, 1 = volledige raai gemeten
waypoint	Markering punt op handheld GPS
RDX	x-coördinaat
RDY	y-coördinaat
	De in de GPS opgegeven coördinaten en de coördinaten na correctie zijn in aparte kolommen opgeslagen.
waterdiepte	Waterdiepte gemeten op punt; wordt alleen ingevuld voor de punten waar de bodem onder water staat. De waterdiepte is in intervallen van 5 cm geschat t.o.v. het 'maaveld'; hierbij werd zoveel mogelijk vermeden dat een te hoge waarde is bepaald als gevolg van wegzakken in slib, plaatselijke graaskuilen, e.d. De range van gemeten waterdieptes aan de buitenrand van de rietbegroeiing lag tussen 0 en 180 cm. Waterdieptes groter dan 100 cm zijn wadend moeilijk te meten.
Station waterhoogte	Aanduiding relevante meetstation waterhoogte, zie: https://waterinfo.rws.nl
Waterhoogte	Opgevraagde waterhoogte op het moment van meten.
Afstand	Afstand (m) gemeten langs meetlint vanaf rand emers riet (=0)
Hoedanigheid	Zone (beginpunt van een zone met bepaalde riet/vegetatiekarakteristieken) of punt (enkel punt op de raai, zoals waterlijn, steilrand, beschoeiing)
Type	Beschrijft de zone volgend op de overgang. Vaste notatie van zones: emers, Riet, Rietruigte, Ruigte, Kleine lisdodde, Mattenbies, Heen, onbegroeid; notatie van punten: waterlijn, oude nulpunt, steilrand, dijkvoet, bosrand. Bij helofytengordels met meerdere soorten staan deze in volgorde van abundantie.
Overgang omschrijving	evt. toevoegingen



Riethoogte	hoogte van levende bloeistengels in zone Riet en Rietruigte (in cm); dit betreft alleen Riet; bij overhangend en liggend riet wordt de stengellengte geschat. De hoogte wordt bepaald vanaf maaiveld, met intervallen van 10 cm. In 2018 is de modale hoogte geschat, maar vanwege moeilijkheden met het schatten hiervan is daarna overgestapt op het bepalen van de maximale stengelhoogte. De schatting van riethoogte is relatief nauwkeurig te maken als er sprake is van uniform, onbeschadigde rietstengels. Soms groeien er verschillende riettypen door elkaar, waardoor naar eigen inzicht een keuze gemaakt moet worden voor het dominante type.
Rietdichtheid	dichtheid (aantal stengels per m ²); dit betreft alleen Rietstengels. Schatting in 10-tallen, is vrij onnauwkeurig vanwege de vaak grote heterogeniteit.
Rietdikte	dikteklasse (fijn (f) < 5 mm, midden (m) tussen 5 en 7 mm, dik (d) > 7 mm, d* > 10 mm), ook ingevuld zijn fm, mf, md en dm (dominante dikte staat vooraan).
Rieteigenschappen omschrijving	Vnl. opmerkingen over overhangend of platliggend riet, watervogelvraat (aan emerse zone)
Vegetatie omschrijving	In geval van Rietruigte en Ruigte worden de begeleidende soorten vermeld. Als er sprake is van helofytensoorten wordt de soort hier aangegeven.
Strooisel omschrijving	Aanwezigheid van strooiselophoping wordt aangegeven met 'strooisel'; indien er een dikke laag slib 'prutbodem'.
Opmerkingen	Alle overige waarnemingen: hoogte steilrand, prutbodem, stenen, omgevallen bomen, vraatverschijnselen, enz.

2.3.2 Nauwkeurigheid ingewonnen gegevens

De inwinning van de meetgegevens in het veld betreft het vastleggen van raaioposities met zowel middels GPS, als langs een meetlint, en het vastleggen van rietkenmerken (schattingen) en overige kenmerken van raaidelen. De rietkenmerken dichtheid, dikte en hoogte van het riet worden in het veld ingeschat en kunnen daarom in zekere mate onderhevig zijn aan een 'waarnemerseffect'. Alle opnamen van de raaien over de hele periode zijn door minimaal twee waarnemers uitgevoerd. Omdat de hoofduitvoerder bij alle metingen aanwezig was, is een hoge mate van uniformiteit gewaarborgd. Desondanks heeft het vaststellen van vage overgangen van het ene naar het andere type stengels nooit de precisie die door de dataset gesuggereerd wordt. Ook weersomstandigheden (wind, lichtinval) kunnen een effect hebben, met name op de hoogteschatting. Voor de vergelijking tussen jaren is het van belang rekening te houden met het tijdvak van ruim twee maanden waarbinnen de metingen plaatsvinden. Binnen deze twee maanden kan de begroeiing, die het seizoensmaximum al gepasseerd is, in zekere mate veranderen, vooral als gevolg van wind en golfslag, rustgebruik door vogels en vraat.

Bij de bepaalde waterdieptes en achteraf afgeleide waterstanden kan de nauwkeurigheid in het geding zijn. De waterdieptes die gemeten zijn in de emerse zone zijn in klassen van 5 cm vastgesteld en ook bij enige golfslag goed te bepalen als de bodem vlak en stevig is. Bij bodems met een dikke laag slap (organisch) slib, of waar een dikke laag niet-afgebroken strooisel op ligt, is het bepalen van de waterdiepte veel lastiger. Ook het vaststellen van de waterlijn is in sommige gevallen een beredeneerde schatting, vooral in zeer vlakke oeverzones.

2.3.3 Nauwkeurigheid meetapparatuur en correctie van meetpunten

Voor het vastleggen van de geografische positie van rietovergangen op de raaien is een handheld GPS gebruikt (Garmin GPSMAP 66s). Normaliter heeft deze een nauwkeurigheid van ± 1 m, maar onder rietbedekking of in de buurt van een hoogspanningsleiding is de nauwkeurigheid aanmerkelijk minder. Op een aantal plaatsen is aanvullend de GPS van de invoertablet gebruikt voor ondersteunende plaatsbepaling. De nauwkeurigheid van de



tablet-GPS is vergelijkbaar met die van de handheld GPS, mits voldoende insteltijd wordt gebruikt.

In gevallen waar door het niet goed functioneren van de GPS geen correcte coördinaten opgenomen konden worden zijn deze achteraf vanaf luchtfoto's hersteld. Dit kwam af en toe voor bij raaien met een dichte rietbedekking, waarbij de GPS op het beginpunt van de raai bleef 'hangen'. Over de hele dataset is achteraf ook nog een aanvullende controle uitgevoerd op de ligging van de punten door middel van het plotten van de punten op de luchtfoto's. Naar aanleiding hiervan zijn er nog correcties aangebracht in de vastgelegde coördinaten.

2.3.4 *Waterpeilen*

In de raaien zijn op het deel waar de bodem onder water staat waterdieptes gemeten. Ook de positie van de waterlijn is vastgelegd (waterdiepte = 0). Naast de al genoemde onduidelijke positie van de waterlijn in zeer vlakke en in slikkige oevers is de waterlijn afhankelijk van het actuele waterpeil op de locatie op het tijdstip van de meting. Het actuele waterpeil is achteraf afgeleid van de gemeten waterstand (in m t.o.v. NAP) op het dichtstbijzijnde gelegen peilstation; deze is niet per definitie gelijk aan de waterstand op de meetlocatie (denk aan op- en afwaaiingseffecten). Desondanks zullen, behoudens als er veel op- of afwaaiing is, deze waterstanden ten hoogste enkele centimeters afwijken. Wel kunnen er soms korte-termijn peilfluctuaties tot ca. 5 cm optreden die niet verdisconteerd zijn.

2.3.5 *Locatiespecifieke en incidentele verschijnselen*

Naast de vaste metingen zijn incidentele waarnemingen op locaties gedocumenteerd. Het gaat om bijvoorbeeld verschijnselen die duiden op extreme storm- en vraatschade, beheerseffecten, en gestrande vaartuigen. Deze waarnemingen op locatie- en/of raainiveau zijn opgenomen in de jaarlijkse gegevensrapportages.

2.4 **Luchtfoto interpretatie**

2.4.1 *Databronnen*

Binnen de rietmonitoring van de rietoevers worden luchtfoto's ingezet om veranderingen in het riet over een groter gebied te monitoren. Daarmee is het een aanvulling en controle op de veldmetingen.

Het Kadaster wint luchtfoto's in met verschillende kleurspectra (<https://www.beeldmateriaal.nl/bekijk-luchtfotos>). De RGB-foto's bestaan uit de kleuren Rood, Groen en Blauw, die binnen het voor mensen zichtbare spectrum vallen. Daarnaast worden er colour-infrared (CIR), welke extra informatie bieden over de aanwezigheid van vegetatie. De RGB-foto's ingewonnen met een resolutie van 7,5x7,5 cm en 25x25 cm. De CIR-foto's allen met een resolutie van 25x25 cm.

De RGB foto's met een resolutie van 7,5x7,5 cm worden grotendeels ingewonnen voor het groeiseizoen (maart – juli), wanneer het riet nog niet volledig tot groei is gekomen. Zodoende geven deze luchtfoto's een onvolledig beeld van het rietareaal en de overgang tussen het riet en de waterlijn. Hierdoor zijn deze foto's ongeschikt voor de luchtfoto analyse.

Tabel 2.3 geeft een overzicht van de gebruikte luchtfoto's gedurende het monitoringstraject. In 2021 was de kwaliteit van de luchtfoto's niet goed genoeg en zijn deze niet beschikbaar gesteld door het kadaster. In Figuur 2.4 zijn de gebruikte luchtfoto's voor het jaar 2024 weergegeven.

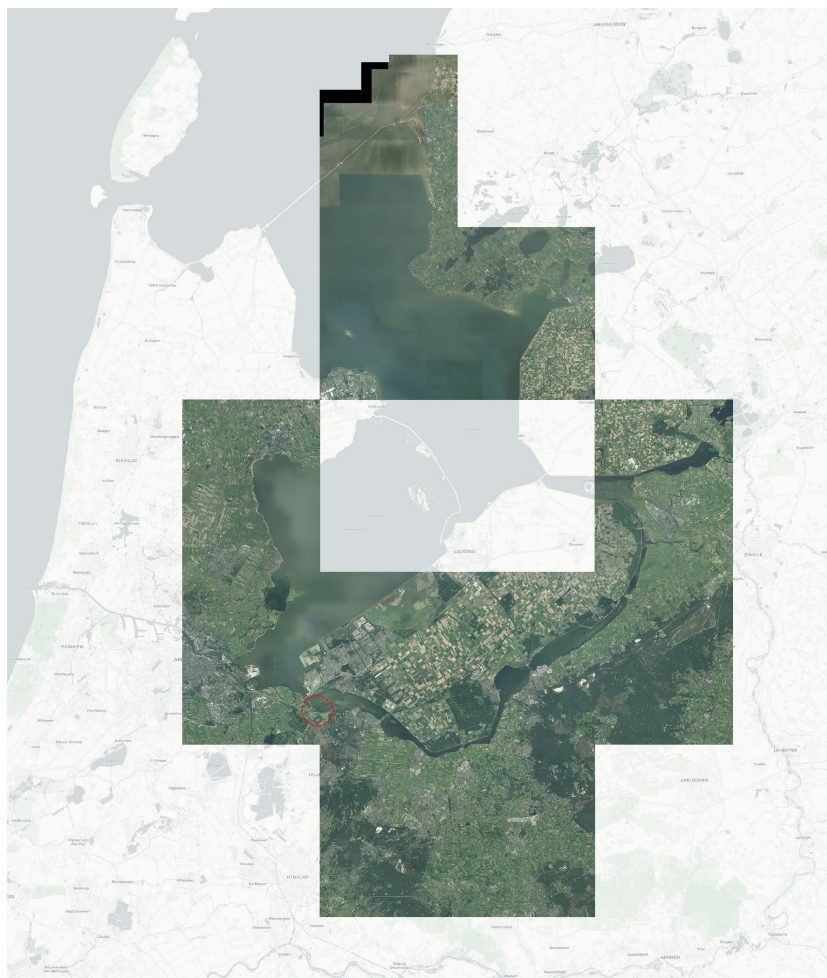


Tabel 2.3. Overzicht van de gebruikte luchtfoto's gedurende de monitoringsperiode. In 2021 was de algehele kwaliteit van de luchtfoto's te slecht om te gebruiken

	Hoge Resolutie (HR) (7,5x7,5 cm)	Lage Resolutie (LR) (25x25 cm)	
	RGB	RGB	CIR
2018	Ongeschikt	Geschikt	Geschikt
2019	Ongeschikt	Geschikt	Geschikt
2020	Ongeschikt	Geschikt	Geschikt
2021	Ongeschikt	Ongeschikt	Ongeschikt
2022	Ongeschikt	Geschikt	Geschikt
2023	Ongeschikt	Geschikt	Geschikt
2024	Ongeschikt	Geschikt	Geschikt

Tabel 2.4. Per jaar de momenten waarop de gebruikte foto's ingewonnen zijn voor drie voorbeeld locaties. In 2021 waren de luchtfoto's niet bruikbaar

Jaar	Kornwerderzand	Oude Zeeweg	Naarderbos
2018	02-09 / 09-05	05-05	05-05
2019	27-07	24-05	02-06
2020	01-06	07-05	29-05
2021	NVT	NVT	NVT
2022	22-06	22-06	03-06
2023	23-05	23-06	03-06
2024	21-09	29-07	29-07



Figuur 2.4. In 2024 ingewonnen RGB-luchtfoto's

De luchtfoto's worden in principe elk jaar ingewonnen door het Kadaster tussen begin april en eind september. Tabel 2.4 laat zien dat er per jaar een verschil zit in het moment van opname. Door dit verschil kan het zijn dat het riet in een andere fase van groei zit. Dit kan een effect hebben op de luchtfotoclassificatie en het berekende areaal.

2.4.2 Classificatie

De luchtfoto's worden gebruikt voor het classificeren van verschillende landtypes. De volgende landtypes worden onderscheiden: riet, water, bos, gras en verhard. Om tot deze classificatie te komen worden de pixels van de luchtfoto's opgedeeld in segmenten met behulp van (unsupervised) object-based image analysis. De segmenten worden vervolgens geclassificeerd tot verschillende landbedekkingstypen waarmee inzicht in de grootschalige ontwikkeling van de monitorings-locaties wordt verkregen. Een uitgebreide omschrijving van de methode is te vinden in Bijlage II. De classificatie is gaandeweg het project verbeterd, maar bleek uiteindelijk minder betrouwbaar dan veldmetingen om trendanalyse op uit te voeren. In hoofdstuk 6 gaan we hier bij de discussie verder op in.

2.5 Overige gegevens

Voor het interpreteren van de resultaten zijn naast de gegevens over de rietvegetaties ook data met betrekking tot diverse omgevingsfactoren verzameld. In de eerste plaats betreft



dit waterstandsdata van verschillende peilstations, om hiermee het waterpeilverloop per locatie te kunnen vaststellen. Daarnaast zijn temperatuurgegevens en gegevens van windrichting en -sterkte opgevraagd. Deze zijn geaggregeerd tot resp. het cumulatieve temperatuurverloop (temperatuursom) en overschrijding van kritische expositie-events per locatie. De gegevens zijn per locatie opgenomen in de factsheets die als Bijlagerapport is meegeleverd. Een beschrijving van de opbouw van de factsheet staat in Bijlage III.

2.6 Indicatoren voor rietkwaliteit

Voor het bepalen van verschillende aspecten van de rietkwaliteit, en veranderingen hierin, is een aantal indicatoren gebruikt. In de eerste plaats zijn dit direct gemeten rieteigenschappen: riethoogte, stengeldichtheid en rietdichtheid (aantal stengels per m²). Deze parameters zijn op verschillende manieren te bepalen:

- › De gemiddelde hoogte, dikte en dichtheid op de raai (gewogen gemiddelde)
- › De maximale hoogte, dikte en dichtheid op de raai
- › De randhoogte, randdikte en randdichtheid (alleen de buitenste waterrietzone)

Daarnaast is gebruik gemaakt van afgeleide indicatoren om te beschrijven hoe geschikt het riet als habitat is voor twee vogelsoorten: Grote Karekiet en Roerdomp. Voor deze twee vogelsoorten is gekozen omdat dit de doelsoorten en belangrijke gidsparameters zijn voor de N2000 rietzones in het IJsselmeergebied. Deze indicatoren noemen we Habitat Geschiktheids Indicatoren (HGI). Voor de berekening van de HGI's zijn meetgegevens gebruikt uit de veldmetingen en uit de luchtfoto's. In deze paragraaf lichten we kort de bepaling van de HGI's toe. Een uitgebreidere beschrijving is te vinden in Bijlage V.

2.6.1 Habitatgeschiktheid Grote Karekiet

De Grote Karekiet is sterk afhankelijk van de kwaliteit en areaal van de buitenrand van het riet, op de overgang van riet naar water, waar hij 'stromingsriet' (dik, hoog riet dat in voldoende diep water groeit) nodig heeft om in te nestelen. De HGI voor Grote Karekiet kan dan ook met behulp van de raaidata berekend worden. Hiervoor worden de parameters waterdiepte, breedte van de waterriet-zone en stengeldikte gebruikt die bij de veldmetingen bepaald zijn. In de gebruikte berekening wordt alleen gekeken of de HGI voldoet of niet, m.a.w. of een raai geschikt of ongeschikt is als broedhabitat.

Tabel 2.5. Beschrijving HGI-bepaling Grote Karekiet

rietdikte-index <table border="1"> <caption>Data for rietdikte-index graph</caption> <thead> <tr> <th>Rietdikte (mm)</th> <th>Rietdikte-index</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>7</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>10</td><td>1.0</td></tr> </tbody> </table>	Rietdikte (mm)	Rietdikte-index	0	0.0	5	0.0	7	1.0	10	1.0	Dikte: riet met een diameter vanaf 7 mm is optimaal, riet met een diameter van 5 mm en dunner wordt als ongeschikt beschouwd. Op grond hiervan zijn de rietdikteklassen d, dm en md geschikt en de klassen m, mf, fm en f ongeschikt. N.B. omdat in 2018 met 3 dikteklassen is gewerkt i.p.v. 7, kan voor dat jaar geen categorie 'suboptimaal' worden berekend.
Rietdikte (mm)	Rietdikte-index										
0	0.0										
5	0.0										
7	1.0										
10	1.0										



waterdiepte-index	Waterdiepte: riet dat in de periode april - augustus in > 50 cm diep water groeit is optimaal; een diepte van < 25 cm wordt als ongeschikt beschouwd.
waterrietbreedte-index	Breedte waterrietzone: de zone met jaarrond overstroomd riet is minimaal 1 m breed.

2.6.2 Habitatgeschiktheidsindex Roerdomp

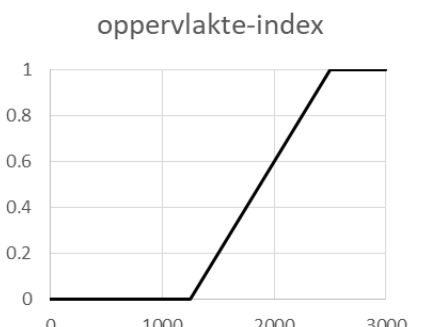
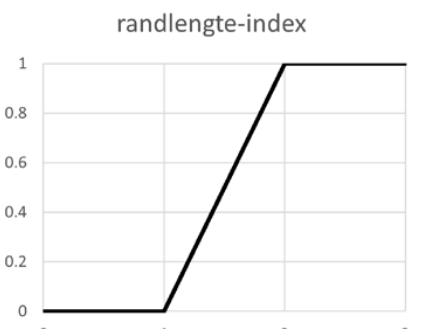
De Habitatgeschiktheid voor de Roerdomp wordt op locatie-niveau beschreven aan de hand van de relatieve lengte van de rietkraag (totale lengte aan rietranden binnen de locatie) en de gemiddelde breedte van de zone met waterriet, binnen de begrenzings van de locatie.

De berekende habitatgeschiktheidsindex voor Roerdomp betreft een minimumwaarde, omdat alleen het areaal aan moeraszone binnen het oeversegment van de locatie is meegenomen in de berekeningen. In werkelijkheid zullen gebieden dus vaak geschikter zijn dan nu wordt berekend, omdat het rietareaal en de riet-waterlijn niet ophoudt bij de grens van de luchtfoto kartering.

Tabel 2.6. Beschrijving bepaling HGI Roerdomp

moeraszonebreedte-index	De breedte van de moeraszone is minimaal 6 (suboptimaal) - 12 (optimaal) m. De moeraszone omvat de emerse zone en lisdodde/biezen, en de waterrietzone (riet waarbij de bodem jaarrond is overstroomd).
--------------------------------	--



oppervlakte-index 	De oppervlakte is minimaal 1250 (suboptimaal) - 2500 (optimaal) m². Hierbij moet rekening gehouden worden met aangrenzend moeras dat buiten de locatiebegrenzing ligt.
randlengte-index 	De randlengte is minimaal 200m. De randlengte-index wordt bepaald door de totale lengte van de waterlijn te delen door de kortste afstand tussen het begin- & eindpunt van de waterlijn.



3 Resultaten

De resultaten van de veldmetingen zijn per locatie weergegeven in de factsheets die als los bijlagerapport zijn gepubliceerd. In Bijlage III is de opbouw van de factsheets beschreven. In dit hoofdstuk geven we een korte toelichting op de meetresultaten.

3.1 Omgevingsfactoren

Het verloop van de waterstanden in het IJsselmeergebied is niet overal hetzelfde, en de nagestreefde peilen worden lang niet altijd gehaald, met name niet in het winterhalfjaar. Zo is in de periode vóór het peilbesluit (2013-2018) duidelijk te zien dat het zomerpeil onder vrijwel alle omstandigheden goed gevolgd kan worden, maar dat in de winterperiode in bijna elk jaar grote fluctuaties optreden, vooral overschrijdingen (Figuur 3.1). Hierdoor is in de praktijk het beoogde winterpeil geen goede graadmeter voor een milieufactor 'waterdiepte'.

In de periode van het peilbesluit (2018-2024) zijn er in de praktijk geen veranderingen in de frequentie en hoogte van de waterstanden geconstateerd ten opzichte van de voorgaande periode. Wel zien we in de voorjaarsperiode (begin maart) in deze periode in 3 van de 6 jaren pieken in de waterstand, terwijl dit in de voorafgaande 6 jaren maar 1x plaatsvond.

Wat duidelijk geworden is uit eerdere duidingen (Nelen & Schuurmans 2022, 2024) is dat extreme waterhoogten in de najaars- en winterperiode vooral invloed hebben op rietkragen door het verplaatsen van strooisel, vooral op plaatsen die op de wind geëxposeerd zijn. In dat verband springt vooral de winter van 2023/2024 eruit. Deze extreme waterhoogten hebben geen verband met het peilbeheer, maar worden veroorzaakt door windopstuwing tijdens stormen.

Het vroeger uitzakken van het waterpeil in de nazomer is wel een gevolg van het peilbesluit. In Figuur 3.1 is duidelijk het contrast te zien in het waterstandsverloop in de nazomer tussen de jaren tot 2018 en vanaf 2019 (ingangsjaar van het peilbesluit). In de Randmeren Oost (meetstation Elburgerbrug) is dit verschil er niet en vindt de overgang van zomer- naar winterpeil nog steeds rond half oktober plaats.

Naast het jaarlijkse waterstandsverloop en de extreme over- en onderschrijdingen speelt het optreden van stormen een rol in de toestand van rietkragen. Dit geldt met name voor zomerstormen, die een sterk effect hebben op de volgroeide rietvegetatie. Extreme stormen komen niet ieder jaar voor, en er is in de periode 2018-2024 maar één zware zomerstorm geweest, namelijk de storm Poly op 5 juli 2023 (Tabel 3.1).

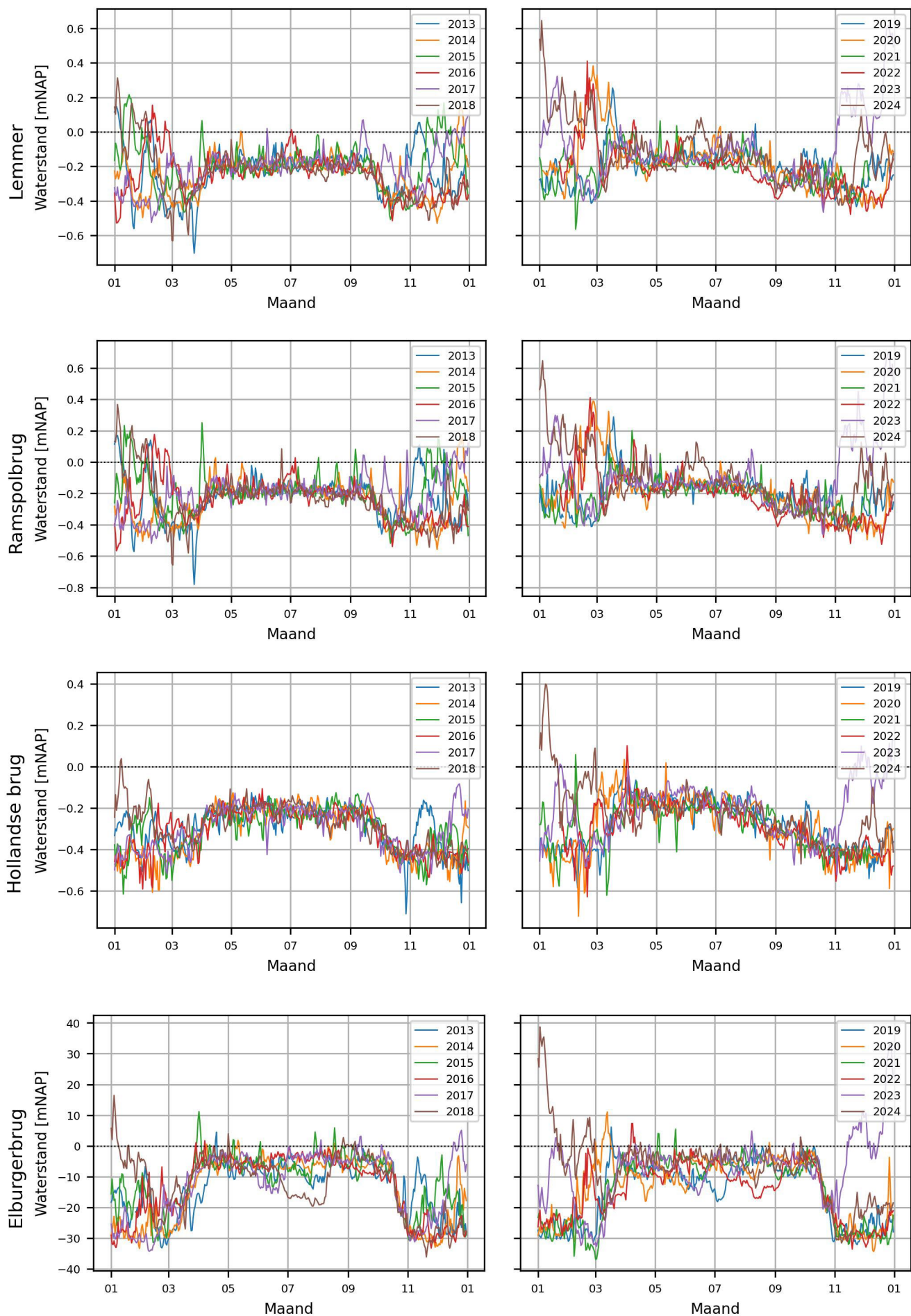
Voor de seizoensontwikkeling van riet zijn de temperatuur en instraling van zonlicht belangrijk. Over het algemeen begint riet in het voorjaar uit te lopen wanneer de gemiddelde dagtemperatuur boven de 10 C begint te komen. De biomassa- en hoogtegroeï verlopen min of meer exponentieel en volgen de temperatuursom tot aan de voorzomer, wanneer de groei afvlakt en de rietplant begint met de bloei (Figuur 3.2). De toename temperatuursom kan per jaar fors uiteenlopen, waardoor de piek in de ontwikkeling van de rietplant wel een maand kan verschillen tussen jaren met een 'koud' en een 'warm' voorjaar. In de onderzoeksperiode was het groeiseizoen van 2018 uitgesproken warm, waardoor er sprake was van een vroege ontwikkeling (en ook een vroegere aftakeling in het najaar), terwijl 2023 een koud voorjaar kende waardoor het riet



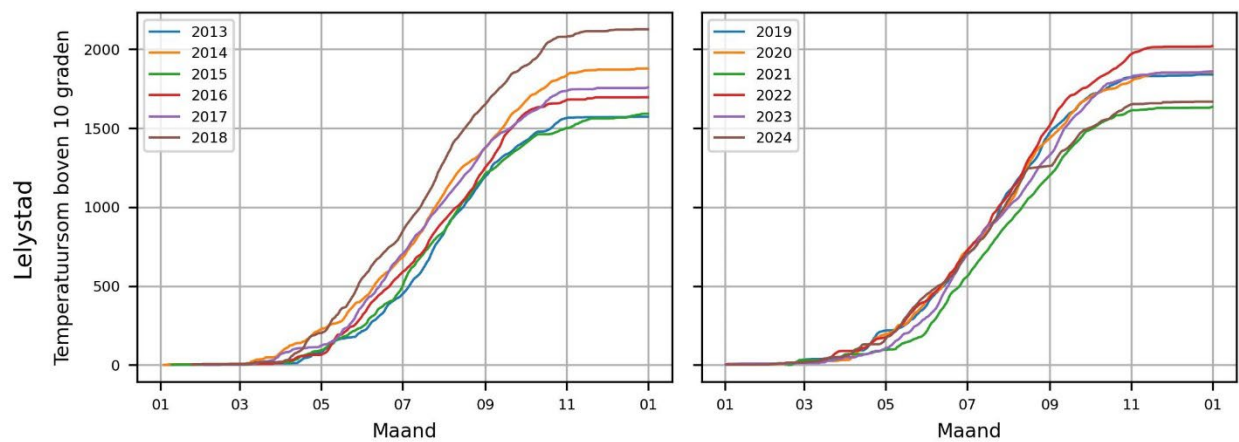
pas later bloeide en langer groen bleef in de herfst. Het jaar 2024 valt, ondanks de natte zomer, wat temperatuursom betreft in de middenmoot.

Tabel 3.1. Extreme storm-events in de periode 2013-2024. Aangegeven zijn de stormen van 10 Bft en hoger. Bron: <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/lijsten/zwarestormen>

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2013												●
2014												
2015							●					
2016											●	
2017									●			
2018	●●											
2019												
2020		●										
2021												
2022		●										
2023							●					
2024											●	



Figuur 3.1. Waterstandsverlopen 2013-2018 (links) en 2019-2024 (rechts). A) IJsselmeer (meetstation Lemmer), B) Ketelmeer/Zwarte Meer (meetstation Ramspolbrug), C) Markermeer/Randmeren-Zuid (meetstation Hollandse Brug), D) Randmeren-Oost (meetstation Elburgerbrug)



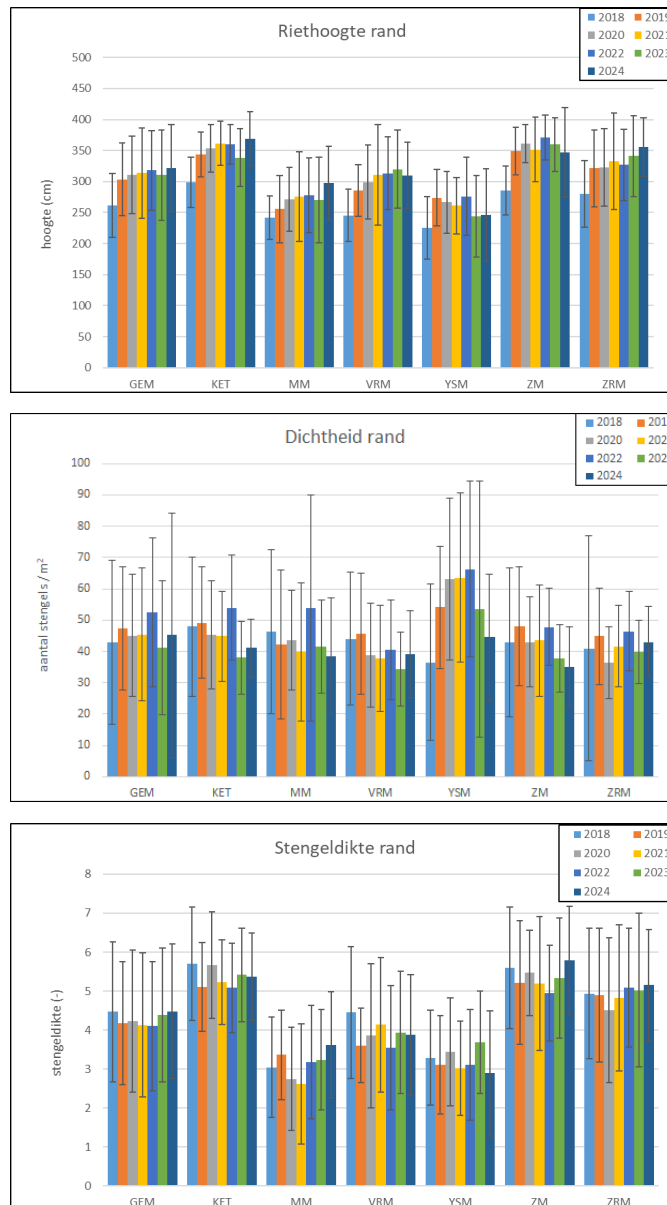
Figuur 3.2. Temperatuursom voor de jaren 2013-2018 (links) en 2019-2024 (rechts). De temperatuursom is het cumulatieve aantal graden boven 10 C, meetstation Lelystad

3.2 Ontwikkeling rietkwaliteit

De rietkenmerken hoogte, dikte en stengeldichtheid variëren in alle jaren sterk, waarbij zowel op raai-, locatie- als waterlichaamniveau veel variatie is te zien. De riethoogte van de rietbegroeiing aan de open-waterrand van de rietkragen varieerde tussen 2,0 en 4,5 m, terwijl de dikte van rietstengels min of meer daarmee correlerend, varieert tussen 5 en 10 mm. De stengeldichtheid is eveneens gecorreleerd met hoogte en dikte, waarbij metingen die sterk afwijken wijzen op niet volgroeid of beschadigd riet.

Op waterlichaamniveau is het consistente beeld dat gemiddeld genomen het hogere en dikkere riet te vinden is in het Zwarte Meer, Ketelmeer en de Zuidelijke Randmeren, terwijl in het IJsselmeer en Markermeer lager, fijner riet overheerst.

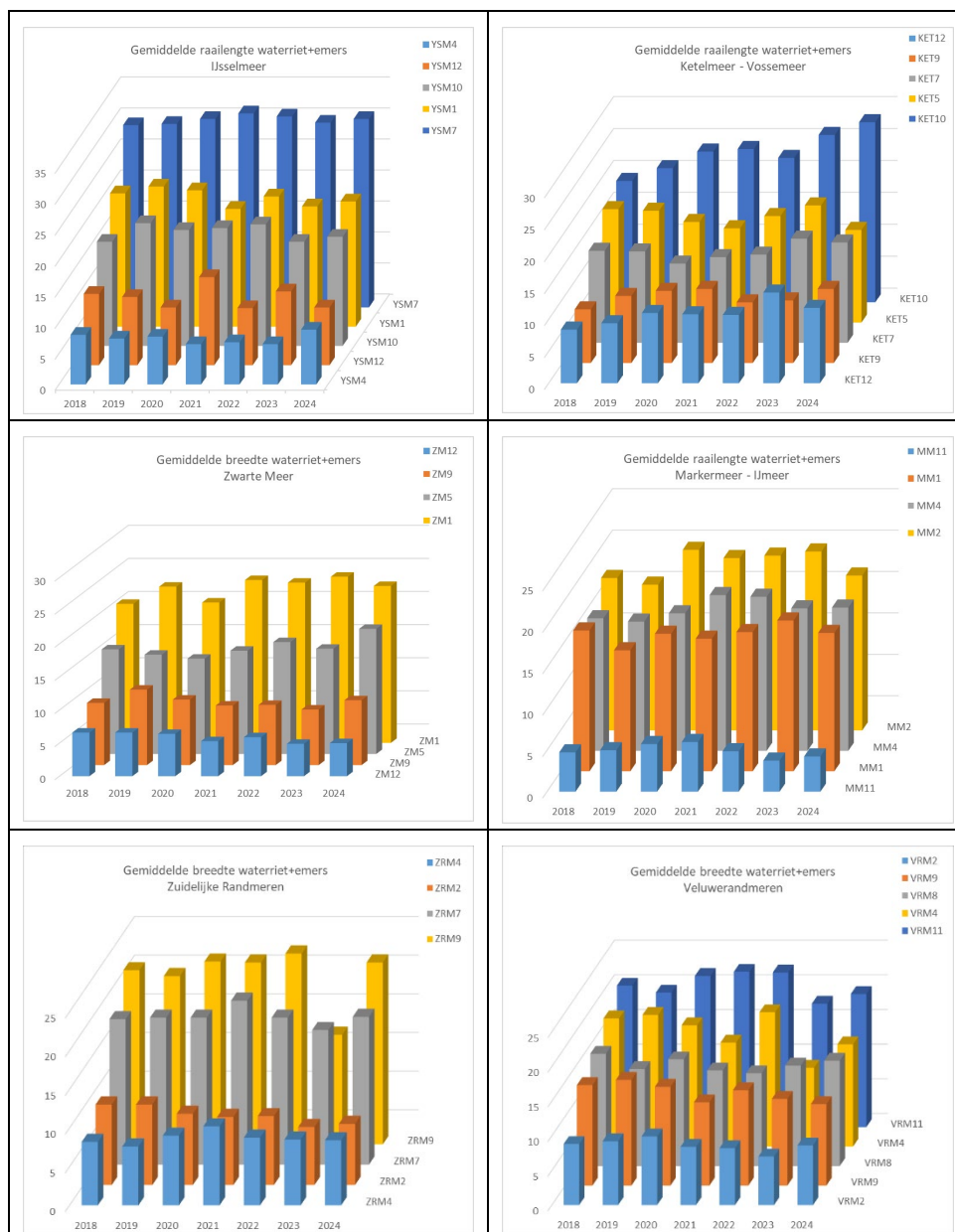
Verschillen tussen de jaren zijn duidelijk aanwezig, maar er is wel een sterke consistentie op het niveau van de individuele raaien. Als we kijken naar de raaihoogte (Figuur 3.3 a), dan lijkt het riet in 2022 en 2024 ietwat hoger en dikker te zijn dan in de overige meetjaren, maar de verschillen zijn niet significant. Opgemerkt moet worden dat de riethoogtemetingen in 2018 (nulmeting) duidelijk lager uitvallen als gevolg van een iets afwijkende bepalingsmethode van de riethoogte (modale hoogte i.p.v. maximale hoogte, zie Tabel 2.2); hierdoor kan er geen goede vergelijking worden gemaakt. Er lijken geen verschillen te zijn in de gemiddelde stengeldichtheid, waarbij er ook nog eens sprake is van een zeer grote variantie (Figuur 3.3 b). De stengeldichtheid vertoont geen verschil over de jaren; er is echter wel een groot verschil tussen de waterlichamen, waarbij in alle jaren in Ketelmeer, Zwarte Meer en Randmeren-Zuid gemiddeld dikkere stengels voorkomen en in IJsselmeer en Markermeer gemiddeld de dunste stengels aanwezig zijn (Figuur 3.3 c).



Figuur 3.3. Rietkenmerken voor verschillende locaties, 2018-2024, met a) de hoogte, b) de dichtheid en c) de stengeldikte

3.3 Zonebreedte en oppervlakte waterriet

De breedte van rietgordels kent variatie over de jaren, zoals te zien is in Figuur 3.4. Deze variatie is het gevolg van zowel verschuivingen van de rietrand langs het open water (emers riet, lisdodde of waterriet), als van verschuivingen in de overgang tussen waterriet en rietruigte. Zoals al eerder geconstateerd, zijn de gemiddelde verschillen in de meeste gevallen het netto resultaat van simultaan optredende voor- en achteruitloop van deze grenzen. In de periode 2028-2024 lijken slechts enkele locaties een trendmatige toename of afname te laten zien (zoals de jaarlijkse toename van de rietkraag van locatie KET10 en de afname van locatie ZRM2).



Figuur 3.4. Gemiddelde raailengtes voor verschillende locaties, 2018-2024

Door de jaarlijkse veranderingen in rietbreedte te beschouwen, kan geconcludeerd worden dat de verschillen in rietbreedte van het ene jaar op het andere niet consistent zijn, al lijkt het er wel op dat er jaren zijn waarin, gemiddeld genomen, vooruitgang ten opzichte van het voorgaande jaar overheerst (zoals 2021 t.o.v. 2020) en jaren waarin achteruitgang overheerst (zoals 2023 t.o.v. 2022). Die verschillen laten echter niet over alle waterlichamen hetzelfde patroon zien (Tabel 3.2). Overigens zijn de veranderingen tussen opeenvolgende jaren in de gemiddelde breedte van de waterrietzone nogal beperkt.

Tabel 3.2. Gemiddelde breedte waterriet+emerse zone per waterlichaam. In groen zijn aangegeven de jaren waarin een toename t.o.v. het voorgaande jaar is te zien, in rood een afname

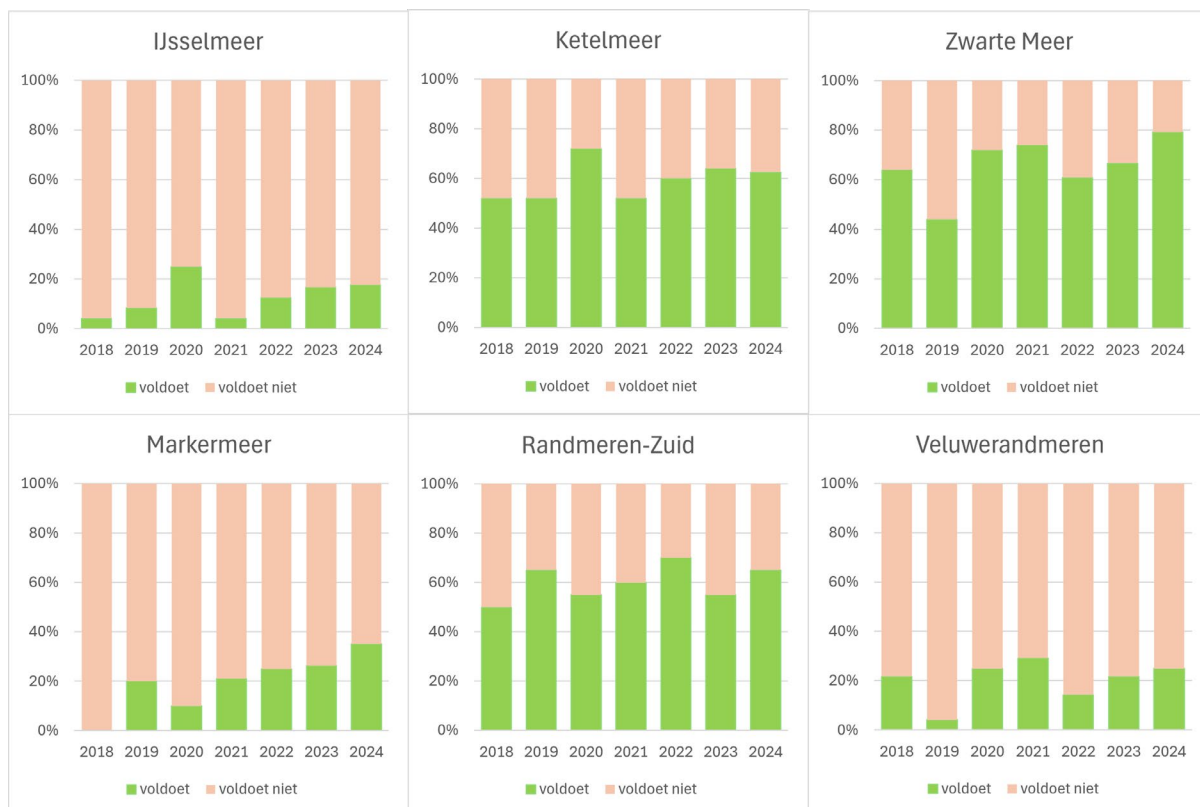
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
IJsselmeer	17,44	18,08	17,62	18,00	17,48	16,88	17,27
Ketelmeer-Vossemeer	13,59	14,54	14,81	14,91	14,65	16,97	16,36
Zwarte Meer	13,20	14,15	12,98	13,63	14,03	13,58	14,35
Markermeer-IJmeer	14,04	13,20	15,19	15,40	15,34	15,19	14,24
Zuidelijke Randmeren	14,98	14,69	15,21	15,93	15,33	11,89	14,73
Veluwerandmeren (n=23)	15,68	15,37	15,77	14,32	15,41	12,64	13,90
IJsselmeergebied (excl. Veluwerandmeren)	14,65	14,93	15,16	15,57	15,37	14,90	15,39
IJsselmeergebied totaal	14,82	15,00	15,26	15,36	15,37	14,52	15,14

Het vaststellen van de relevante overgangen op basis van luchtfoto's is helaas niet nauwkeurig genoeg gebleken (zie voor meer detail Hoofdstuk 6). Daarom is de ontwikkeling van de breedte van de rietzones gebaseerd op de veldmetingen. Hierbij is gekeken naar de vastgestelde raai-overgangen van meerdere raaien om tot een gemiddelde breedte te komen.

3.4 Habitatsgeschiktheidsindices

3.4.1 Grote Karekiet

In Figuur 3.5 is per waterlichaam voor de periode 2018-2024 per jaar weergegeven welk deel van de raaien geschikte habitatcondities biedt voor de Grote Karekiet. De verschillen tussen jaren worden vooral veroorzaakt door variaties in de rieteigenschap 'stengeldikte'. Er is een duidelijke scheiding tussen enerzijds de waterlichamen waar een groot deel van de rietoevers geschikte omstandigheden bieden voor de Grote Karekiet (Ketelmeer, Zwarte Meer en Randmeren Zuid), en de waterlichamen waar een (veel) kleiner deel van de rietoevers geschikt is (IJsselmeer, Markermeer en Veluwerandmeren). Er lijkt sprake van een lichte geleidelijke verbetering van de habitatgeschiktheid in alle waterlichamen, waarbij vooral de toename tussen 2019 en 2020 van het aandeel raaien dat voldoet als habitat in de meeste waterlichamen opvalt. Hiervoor zouden meerdere oorzaken kunnen worden aangegeven, waarvan de uitvoering op diverse locaties van het Beschermingsplan Grote Karekiet (Vogelbescherming, 2015) er één is.



Figuur 3.5. Deel van de raaien per waterlichaam dat voldoet aan de habitatgeschiktheids-eisen van de Grote Karekiet, in de periode 2018-2024

3.4.2 Roerdomp

In 2023 is de HGI van de Roerdomp berekend met behulp van de areaalbepaling aan de hand van de luchtfoto classificatie. In 2024 is voor het huidige jaar en een historisch jaar waarvoor data beschikbaar was (2019) op éénzelfde manier het riet areaal en daarmee de HGI van de Roerdomp berekend. Figuur 3.6 laat de HGI van de Roerdomp zien per waterlichaam voor de verschillende jaren (2019, 2023 en 2024).

Uit de resultaten blijkt dat de percentages tussen jaren weinig verschillen. Dit duidt erop dat de methode een zekere mate van consistentie heeft. De verschillen in percentages kunnen zowel optreden door verschillen in de luchtfoto classificatie van de segmenten, het berekenen van lengtes van de water-riet lijn, als daadwerkelijke verschillen in de geschiktheid. Dit maakt het lastig om significantie aan de waarden te hangen. Daarnaast is het ook lastig om een trend te zien tussen de verschillende jaren. Alleen in de Veluwerandmeren is een duidelijk reductie in HGI te zien tussen 2019 en 2024. Dit ligt in lijn met de bevindingen uit de veldmetingen waar een duidelijke reductie in breedte van waterriet+emerse zone te zien is (Tabel 3.2), een belangrijke component in de HGI van de Roerdomp

De hoogste percentages liggen rond het Ketelmeer-Vossemeer. Dit meer is voor de Grote Karekiet ook een gebied met de hoogste geschiktheidsindex. Deze locaties liggen ook nabij een populaire broedplaats van de Roerdomp in de Weerribben-Wieden1. Uit Tabel 3-3 blijkt dat de grootte randlengte factor bepalend is, wat betekent de lange riet-waterlijn in dit meer een positief effect heeft op de locaties die geschikt zij om te broeden. Dit is anders

¹ <https://stats.sovon.nl/stats/soort/950>

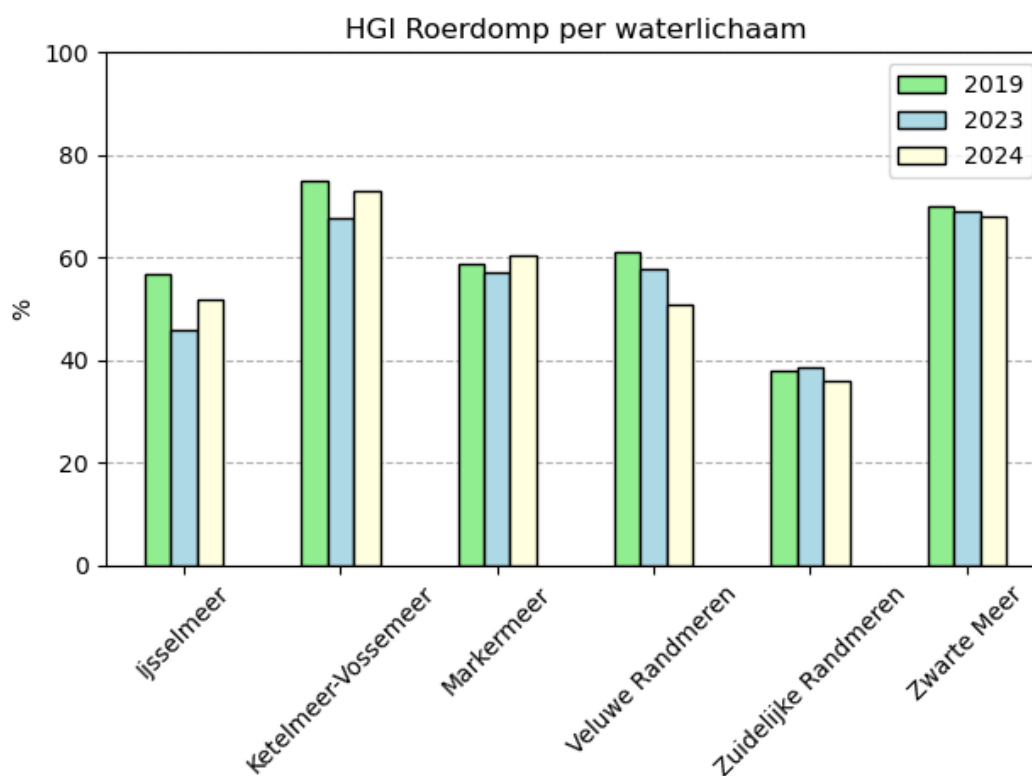


in de Zuidelijke Randmeren waar de randlengte factor het laagst is. Het verschil in rietrand is ook zichtbaar in de luchtfoto's (Ketelmeer-Vossemeer: Figuur 5.2.7 en Figuur 5.2.8; Zuidelijke Randmeren: Figuur 5.2.5 en Figuur 5.2.6)

Het lange bochtige riet-waterlijn maakt dat een groot percentage van de locaties geschikt zijn als foerageerhabitat. Dit is anders in de Zuidelijke Randmeren waar de riet-waterlijn vaak recht is.

Tabel 3.3. De randlengte en moeraszonebreedte factoren zoals beschreven in Tabel 2.6. Deze factoren worden gebruikt in het berekenen van de HGI van de Roerdomp

	Randlengte factor			Moeraszonebreedte factor		
	2019	2023	2024	2019	2023	2024
IJsselmeer	0,57	0,47	0,53	1,00	0,95	0,97
Ketelmeer-Vossemeer	0,75	0,68	0,73	1,00	1,00	1,00
Markermeer	0,62	0,60	0,64	0,95	0,89	0,92
Veluwe Randmeren	0,61	0,59	0,52	1,00	0,97	0,97
Zuidelijke Randmeren	0,40	0,39	0,36	0,95	0,98	0,97
Zwarte Meer	0,73	0,72	0,67	0,96	0,89	1,00



Figuur 3.6. De HGI van de Roerdomp als gemiddelde van alle locaties per randmeer



4 BACI Analyse

4.1 Methode

Before-After-Control-Impact (BACI) analyse is een methode om de ecologische respons in grote, niet repliceerbare experimentele eenheden te toetsen (Underwood 1992). In deze opzet worden twee eenheden in de tijd gemonitord, waarbij in één eenheid op een bepaald moment een ingreep (Impact) wordt uitgevoerd, terwijl de andere dient als onbeïnvloede controle-eenheid (Control). De veranderingen vóór de ingreep worden vergeleken met de veranderingen na de ingreep. Hierbij moet worden aangetekend dat met 'ingreep' het geheel aan factoren wordt aangeduid die in de tijd en ruimte verschillend zijn. Als deze veranderingen vóór en na sterk van elkaar verschillen kan dit erop duiden dat de ingreep een effect heeft gehad. De verschillen kunnen statistisch worden getoetst.

4.2 Opzet BACI

In onze opzet wordt de periode vóór en na het ingaan van het peilbesluit in 2019 als 'Before' (2013-2018), respectievelijk 'After' (2018-2024) beschouwd. We kijken daarbij naar de verandering bij het riet in de waterlichamen waarvoor het peilbesluit geldt, te weten IJsselmeer, Ketelmeer, Zwarte Meer, Markermeer en Randmeren-Zuid. Deze gebieden samen noemen we voor het gemak OFP-waterlichamen en duiden we in de grafieken aan als OFP. De ontwikkeling in het waterlichaam Randmeren-Oost, waar de verandering in het peilverloop als gevolg van het peilbesluit niet van toepassing was is als 'Control' genomen. Verschillen kunnen dus het gevolg zijn van de effecten van het peilbesluit, maar ook van alle andere factoren die in de tijd en de ruimte tot verschillen kunnen hebben geleid.

Om deze analyse uit te voeren zijn data van raaian op locaties die in alle drie de jaren (2013, 2018 en 2024) gemeten zijn verwerkt (Tabel 4.1). De parameters die in de analyse gebruikt konden worden betreffen enerzijds metingen aan de rietkwantiteit, namelijk de breedte van de waterriet-zone, breedte emerse uitloopzone en maximale waterdiepte, die in alle waterlichamen zijn gemeten. Anderzijds betreft het de rietkwaliteit, namelijk de parameter riethoogte in de waterlichamen Zwarte Meer, Ketelmeer-Vossemeer en Randmeren-Oost.

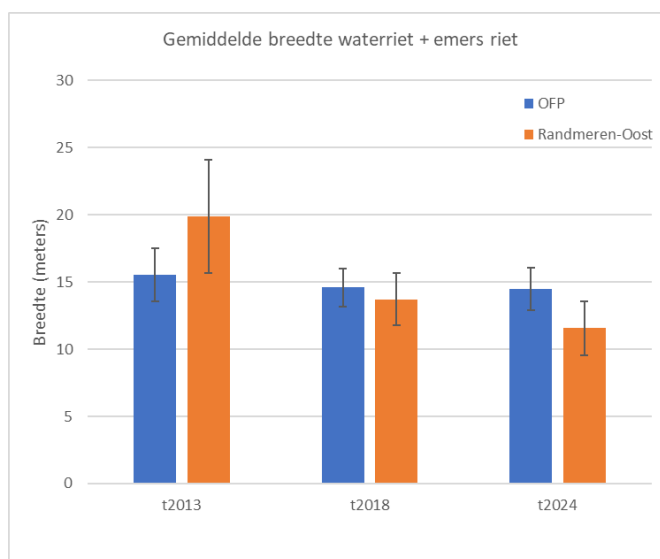
Voor de analyse zijn de gemiddelde waarden van de genoemde parameters bepaald voor de twee tijdvakken 2013-2018 versus 2018-2024 en de OFP-waterlichamen versus de controle Randmeren-Oost. De significantie van verschillen tussen de gemiddelden is getoetst met behulp van een ongepaarde tweezijdige t-toets, waarbij we een $P < 0,05$ als significant beschouwen. Een statische ongepaarde tweezijdige t-toets vergelijkt de gemiddelden van twee onafhankelijke groepen. Het test of er een significant verschil is tussen de twee groepen. De toets kijkt naar zowel een positief als negatief verschil ten opzichte van de nulhypothese.

Tabel 4.1. Locaties waarvan de raaigegevens in de BACI-analyse zijn betrokken

BACI	waterlichaam	Locatie
Impact	IJsselmeer	YSM1, YSM4, YSM7, YSM9, YSM10, YSM12
Impact	Ketelmeer-Vossemeer	KET5, KET7, KET9, KET10, KET12
Impact	Zwarte Meer	ZM1, ZM5, ZM8, ZM9, ZM12
Impact	Markermeer	MM1, MM2, MM4, MM5, MM11
Impact	Randmeren-Zuid	ZRM3, ZRM4, ZRM7, ZRM9, ZRM10, ZRM11
Control	Randmeren-Oost	VRM2, VRM3, VRM4, VRM8, VRM9

4.3 Resultaten

Figuur 4.1 toont de gemiddelde breedte van de zone met waterriet, inclusief de emerse zone. Het gemiddelde voor de OFP-waterlichamen is vrij constant en ligt tussen de 14 en 15,5 m. De verschillen in waterrietzone-breedtes waren in de OFP-waterlichamen niet significant (2013-2018: $P=0,187$; 2018-2024: $P=0,845$). Echter, in Randmeren-Oost lijkt er tussen de peiljaren 2013-2018 en 2018-2024 wel een verschil te zijn. De gemiddelde waterrietzone was in 2018 significant smaller dan in 2013 (bijna 20 m in 2013 en tegen de 14 m in 2018, $P=0,014$). De verdere achteruitgang in dit waterlichaam tussen 2018 en 2024 (van bijna 14 m naar 11,5 m) was net niet significant ($P=0,054$).



Figuur 4.1. Gemiddelde breedte van de waterrietzone (inclusief emers uitloopriet) in raaien in de OFP-waterlichamen ($n=100$) en het controlegebied Randmeren-Oost ($n=20$). De gemiddelde breedte van de waterrietzone in het controle-gebied. Met de foutbalken wordt het 95%-betrouwbaarheidsinterval aangegeven

Bij nadere beschouwing lijkt het erop dat de meeste raaien geen of slechts kleine veranderingen laten zien, waardoor de overall veranderingen gering zijn (Tabel 4.2). Slechts een relatief klein deel van de raaien vertoont (zeer) grote veranderingen. In de OFP-waterlichamen lijkt in de periode 2018-2024 het aandeel van raaien met een waterrietzone die > 5m smaller is geworden (13% van de raaien) wat lager dan het aantal dat >5m

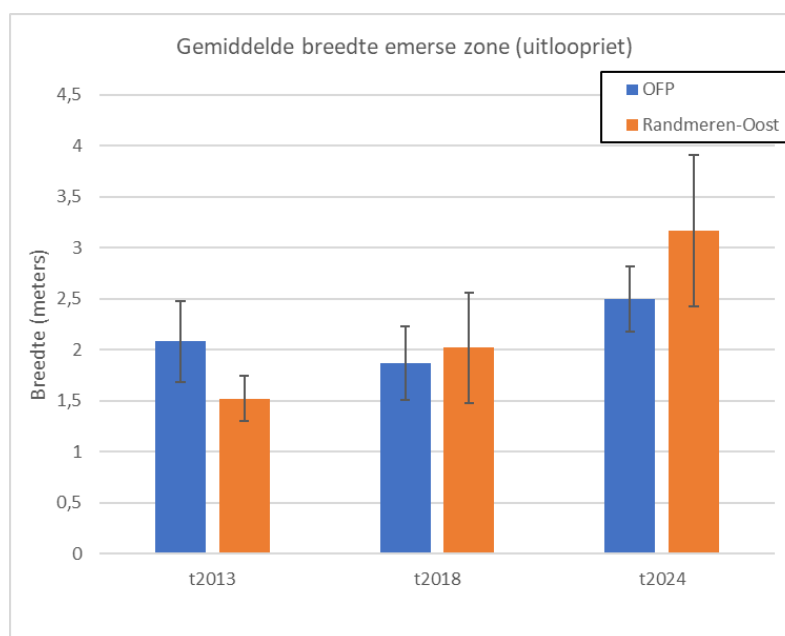


verbreed is (19%), terwijl in Randmeren-Oost juist veel meer waterrietzones krimpen dan aangroeien (55% vs. 10%).

*Tabel 4.2. Gemiddelde verandering in breedte van de waterrietzone vóór en na ingang van het peilbesluit, in de OFP-waterlichamen en het controle waterlichaam Randmeren-Oost, het controlegebied waar het peilbesluit niet van toepassing is. Verandering in m $\pm$ 2*SE*

	Treatment OFP waterlichamen	Controle Randmeren-Oost
2013-2018	-0,94 $\pm$ 1,41 m	-6,15 $\pm$ 4,45 m
2018-2024	-0,12 $\pm$ 1,17 m	-2,13 $\pm$ 2,02 m

Een andere factor die meespeelt is de breedte van de uitloopzone, de rand met rietuitlopers tussen de rietkraag en het open water. We zien hier dat in beide gebieden een iets bredere uitloopzone ontstaat, met name in de periode 2018-2024 (Figuur 4.2).



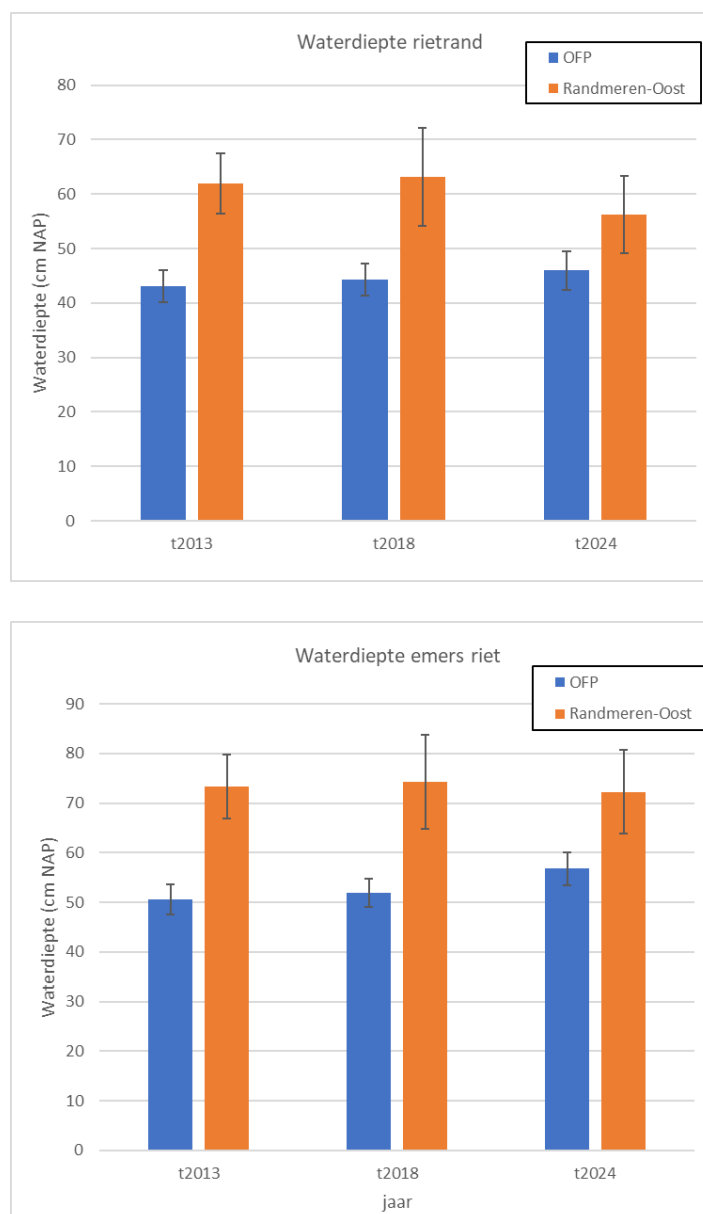
Figuur 4.2. Gemiddelde breedte van de emerse zone (zone met rietuitlopers langs de rietkraag het open water in) in raaie in de OFP-waterlichamen (n=100) en het controlegebied Randmeren-Oost (n=20). De balken geven de gemiddelde breedte van de emerse zone aan. Met de foutbalken wordt het 95%-betrouwbaarheidsinterval aangegeven

Omdat de uitloop van riet en de breedte van de waterriet-zoom deels begrensd wordt door de waterdiepte aan de open-waterzijde, is ook gekeken naar de gemeten waterdieptes van de emerse zone en de waterrietzone. Wat hier meteen opvalt, is dat gemiddeld genomen de maximale waterdieptes van de oever met riet in Randmeren-Oost groter zijn dan in de overige waterlichamen, hoewel er een grote variatie is en het verschil daardoor niet significant is.

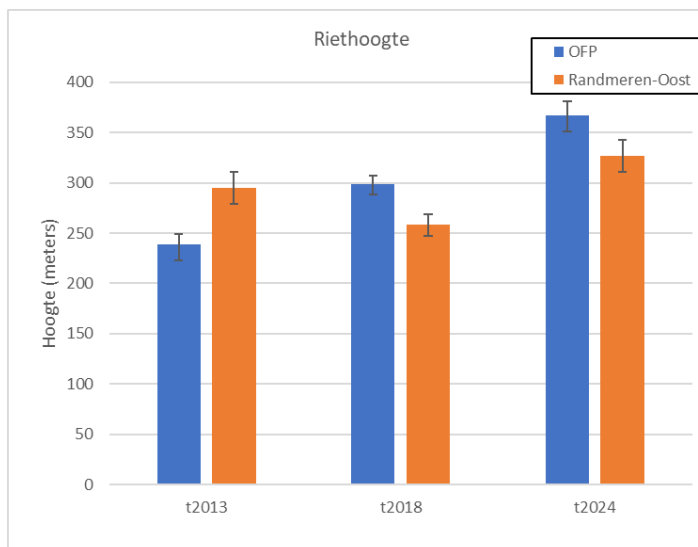
In de OFP-waterlichamen is zowel voor als na het peilbesluit de toename van de maximale waterdiepte gemeten, (emerse zone zeer significant, waterrietrand niet significant), terwijl in Randmeren-Oost geen significant verschil in waterdieptes werd gevonden in de



periode 2013-2018 en een significant verschil (gem. verondieping van 2 cm) in de periode 2018-2024 (Figuur 4.3).



Figuur 4.3. Gemiddelde waterdiepte voor a) rietrand en b) emers riet in raaien in het OFP gebied (n=100) en het controlegebied Randmeren-Oost (n=20). De balken geven de gemiddelde waterdiepte aan. Met de foutbalken wordt het 95%-betrouwbaarheidsinterval aangegeven



Figuur 4.4 Gemiddelde riethoogte in raaien in het OFP gebied (n=100) en het controlegebied Randmeren-Oost (n=20). De balken geven de gemiddelde waterdiepte aan. Met de foutbalken wordt het 95%-betrouwbaarheidsinterval aangegeven.

In Figuur 4.4 staan de gemiddelde riethoogtes in de rietrand weergegeven voor de OFP-waterlichamen en het controle waterlichaam Randmeren-Oost, in de periodes vóór en na het peilbesluit. Er zijn significante verschillen in gemiddelde riethoogte tussen de waterlichamen en tussen de tijdvakken. Vooral opvallend is de tegengestelde ontwikkeling in riethoogte in de gebieden in het tijdvak vóór het ingaan van het peilbesluit.

4.4 Conclusies

De Before-After-Control-Impact (BACI) analyse geeft een vergelijking in grote lijnen van de ontwikkeling in rietkwantiteit en -kwaliteit op de onderzochte locaties in de periode vóór en vanaf het ingaan van het flexibele peilbeheer, binnen en buiten het gebied waar dit peilbeheer is uitgevoerd. Uit de BACI analyse kan een aantal algemene conclusies worden getrokken met betrekking tot het al dan niet afwijken van trends in de onderzochte parameters.

De gemiddelde breedte van rietkragen in Randmeren-Oost is in de periode 2013-2018 significant sterker afgenomen dan in de OFP-waterlichamen, maar in de periode na het peilbesluit (2018-224) was er geen significant verschil meer in de ontwikkeling van de rietbreedte. Hieruit valt te concluderen dat, hoewel er gemiddeld genomen in alle gevallen een lichte overall afname van de rietbreedte plaats heeft gevonden, deze alleen in Randmeren-Oost in de periode 2013-2018 significant groter was dan 0. Hier kunnen verschillende verklaringen voor gegeven worden, die vooral locatie-specifiek zijn. Zo kan in Randmeren-Oost de grote achteruitgang in de eerste periode (2013-2018) ervoor gezorgd hebben dat er in de daarna volgende periode (2019-2024) op veel plaatsen geen achteruitgang meer kon plaatshebben omdat het waterriet al was verdwenen. Ook kan het op diverse locaties plaatsen van vraastrasters na 2018 de overall achteruitgang hebben gemaskeerd.

De maximale waterdiepte van de rietgordels lijkt na invoering van het flexibele peil toe te nemen, vooral die van het uitlooppriet (emerse zone). Of dit een werkelijk effect is, is niet geheel duidelijk, omdat de manier waarop metingen zijn uitgevoerd in 2013-2014 niet geheel gelijk is aan hoe dit in het OFP-metnet is gedaan. Wel duidelijk is dat de toename van de waterdiepte in het flexibel-peilgebied groter is dan in het controlegebied. Ook hier kunnen locatie-specifieke omstandigheden een belangrijke verklaring vormen voor het



overall effect. Toename in de breedte van de emerse riet-zone bijvoorbeeld kan zowel een gevolg zijn van een terugloop van het dichte riet door watervogelvraat, als van steeds verdere uitloop van riet en lisdodden na het plaatsen van vraatrasters.

De rietkwaliteitsparameters riethoogte en de stengeldiameter zijn erg variabel tussen, en in veel mindere mate binnen locaties. Er zijn geen aanwijzingen dat verschillen in ontwikkeling in de gemiddelde riethoogte tussen het OFP-gebied en Randmeren-Oost iets te maken hebben met het peilbesluit.

Bovengenoemde gevonden effecten kunnen zeker niet alleen worden toegeschreven aan een ander peilverloop in een specifiek deel van het jaar. Er zijn namelijk ook verschillen in klimatologische omstandigheden, waterkwaliteit, beheersactiviteit en begrazingsdruk tussen de twee tijdvakken (2013-2018 tegenover 2018-2024) en gebieden (OFP-waterlichamen en controlegebied Randmeren-Oost) die met elkaar worden vergeleken. Het lijkt erop dat de meeste verschillen losstaan van het peilbeheer. Op locaties met een zeer ondiepe vooroever wordt op termijn wel een positief effect verwacht van het vervroegd uitzakken van de waterstand in de zomer.



5 Case-by-case Analyse

5.1 Methode

Gedurende de onderzoeksperiode is steeds duidelijker geworden dat iedere locatie uniek is. Overall spelen locatie-specifieke ontwikkelingen, afhankelijk van de ligging, de morfologie en de historische ontstaansgeschiedenis. Daarom geeft een analyse van welke ontwikkelingen op de locaties zelf hebben plaatsgevonden een essentiële aanvulling op wat er zichtbaar is in 'gemiddelde' veranderingen.

Naast de al genoemde ruimtelijke verschillen tussen de locaties, spelen extreme gebeurtenissen zoals stormen, incidentele sterke waterstandsverhogingen en –verlagingen, een mogelijk cruciale rol, die niet op alle locaties hetzelfde uitwerkt.

In deze analyse wordt van een selectie van locaties een beschrijving weergegeven van de kenmerken en gebeurtenissen die mogelijk een rol hebben.

5.2 Locaties

In dit hoofdstuk wordt in detail de ontwikkeling van de rietkraag in beschouwing genomen. Hiervoor zijn twee locaties per waterlichaam uitgekozen die min of meer representatief waren voor verschillende oevertypen, en waarvan de meest volledige meetgegevens waren verzameld (Tabel 5.1).

Tabel 5.1. Lijst van locaties met daarbij in welk water het ligt

YSM1	Kornwerderzand	IJsselmeer
YSM10	Sluis Lemmer	IJsselmeer
KET9	Oliebollen	Vossemeer
KET12	Schokkerplaat	Ketelmeer
ZM1	Zwarte Hoek-oost	Zwarte Meer
ZM5	Venegoot-west	Zwarte Meer
MM4	Hemmeland	Gouwzee
MM11	Waterkeringpad	IJmeer
ZRM102	Nekkeveld	Nijkerkernauw
ZRM7	Naarderbos	Gooimeer
VRM2	Drieland	Wolderwijd
VRM8	Oude Zeeweg	Veluwemeer

5.2.1 YSM1 Kornwerderzand

De locatie YSM1 ligt langs de Afsluitdijk aan de IJsselmeerzijde tussen Knooppunt Zurich en het complex Kornwerderzand. De rietkraag groeit in de ondiepe oever op en voor de teenconstructie, en ligt in de beschutting van de ondiepten ten noorden van de Makkumer



Noordwaard. Er is binnen de locatie een duidelijke gradiënt in bodemhoogteligging van oost naar west; de twee meest westelijke raaien waren meestal wadend moeilijk bereikbaar en zijn daarom niet in alle jaren opgenomen. Er is een brede waterrietkraag aanwezig die ter hoogte van de teenconstructie van de dijk abrupt in de ruigtevegetatie overgaat. Aan de buitenrand groeit het riet tot ca. 1,1 m onder de gemiddelde zomerstand.



Figuur 5.1. Locatie YSM1 in het IJsselmeergebied

Het riet dat in zeer ondiep water groeit, het dichtst langs de stortsteenrand, is zeer dicht en hoog. Het waterriet is echter sterk beïnvloed door watervogels, en bestaat deels uit dicht, fijn riet, deels uit sterk aangevreten afgebroken rietstengels. De ijle conditie van het waterriet kan ook het gevolg zijn van de werking van ijs in sommige winters, waardoor overjarige stengels worden afgesneden.

In vergelijking met 2013 lijkt er in 2018 sprake te zijn van een plaatselijk licht uitbreidende rietkraag (luchtfoto). In de periode vanaf 2019 is er echter een achteruitgang van de rietgordel waarneembaar op de raaien, en de kwaliteit van het riet binnen de waterrietzone gaat steeds verder achteruit. De buitenste rand van de vegetatie heeft in de loop van de jaren steeds meer te lijden onder (zomer)vraat door watervogels, met name zwanen en meerkoeten. Daardoor is er in de nazomer een brede band ijl, beschadigd riet met open plekken aanwezig. Het riet is gevoelig voor schimmelaantasting: in 2022 was er een grote uitbraak van de rietbrand-schimmel. Verstorend door recreanten (surfers) is zeer gering, omdat het een gesloten gebied is (net ten oosten van de locatie is wel een gedeeltelijk opengesteld gebied aanwezig).

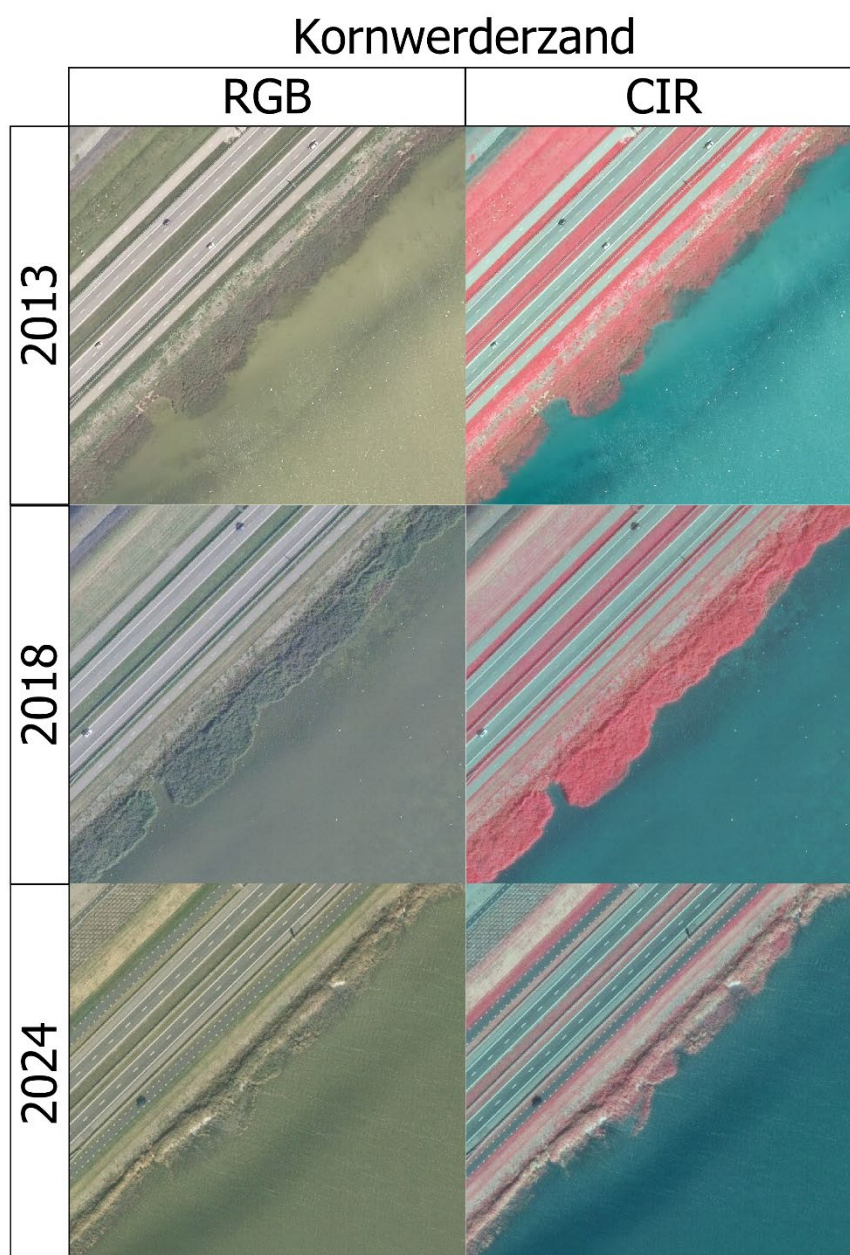
Er zijn geen doorgaande trends in de ruigte-overgangen. De overgang van rietruigte en ruigte ligt vast op de positie van de steenrand, waardoor er geen verschuivingen in deze overgang te verwachten zijn.



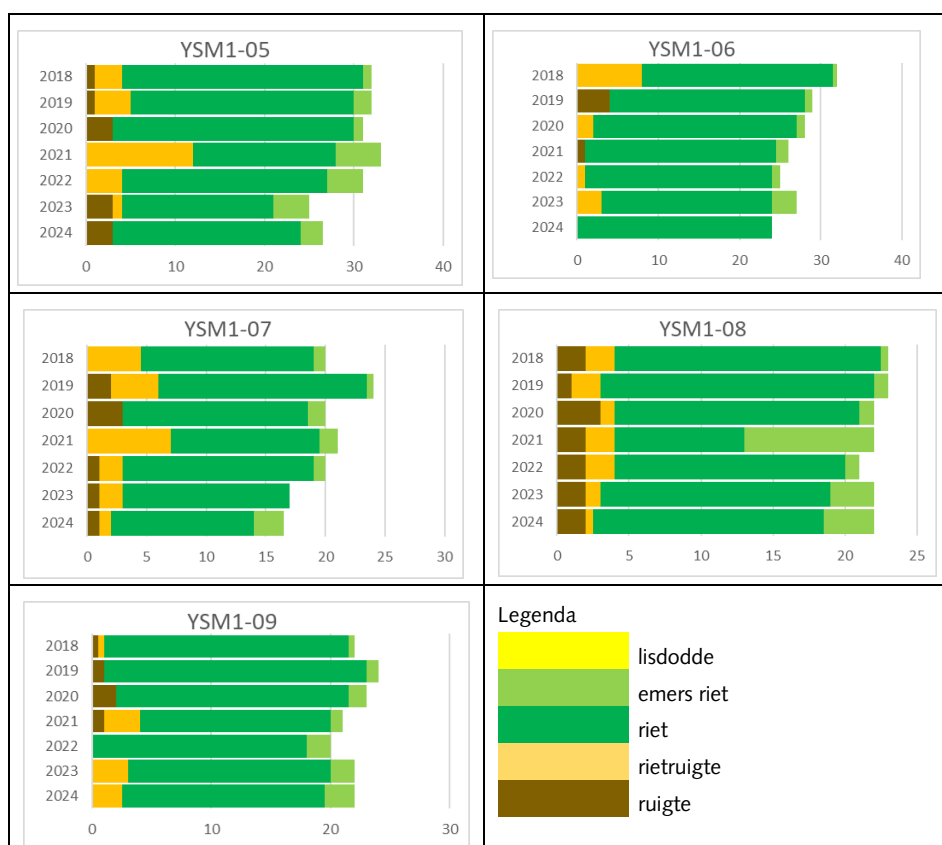
Figuur 5.2. Locatie YSM1 heeft een opvallend sterk aflopende waterrietzone langs de Afsluitdijk. Foto 9-9-2022



Figuur 5.3. Door vraat in de ijle begroeiing is in de jaren vanaf 2018 een ijle, uiteenvallende waterrietzone ontstaan. Foto 26-8-2024



Figuur 5.4. Luchtfoto's van de locatie voor de jaren 2013, 2018 en 2024, zowel kleur (RGB) als infrarood (CIR)



Figuur 5.5. Ontwikkeling van de zonering op raaien in de rietgordel YSM1 Kornwerderzand

Tabel 5.2. Kwaliteitskenmerken van het waterriet op YSM1 Kornwerderzand (gemiddelde, min en max)

	Riethoogte (m)	Rietdichtheid (m ⁻²)	Stengeldikte (klasse)
2018	244 (140-280)	38 (15-100)	2,4 (1-4)
2019	271 (160-320)	55 (30-80)	2,4 (1-4)
2020	278 (150-350)	59 (30-100)	3,1 (1-5)
2021	259 (160-320)	50 (20-100)	3,0 (1-4)
2022	234 (100-300)	68 (20-120)	2,4 (1-4)
2023	194 (160-320)	28 (1-100)	3,1 (1-4)
2024	196 (100-300)	42 (5-100)	1,8 (1-4)

5.2.2 YSM 10 Sluis Lemmer

De locatie YSM10 Sluis Lemmer, in het IJsselmeer, ligt tegen de strekdam ten westen van de sluis bij Lemmer. De vaargeul ligt op vrij grote afstand, maar er zijn regelmatig scheepsgolven van beroepsvaart. De locatie grenst direct aan de teen van de strekdam met stortsteen/asfaltbekleding, en bestaat vanaf de dam komend uit een vrij brede ruigtezone, een scherpe overgang (steilrandje) naar ondiep water. De zone direct na het steilrandje is sterk slibbig en op sommige delen heeft Grote lisdodde hier het Riet verdrongen. Richting het open water volgt dan een brede waterrietgordel, met een plaatselijk zeer ijle structuur.



Aan de emerse rand van het riet zijn elk jaar veel rietuitlopers te zien, in enkele jaren (2021, 2023) ook veel drijvende stolonen (horizontale rietuitlopers). Er zijn nauwelijks sporen van watervogelvraat.



Figuur 5.6. Locatie YSM10 in het IJsselmeergebied

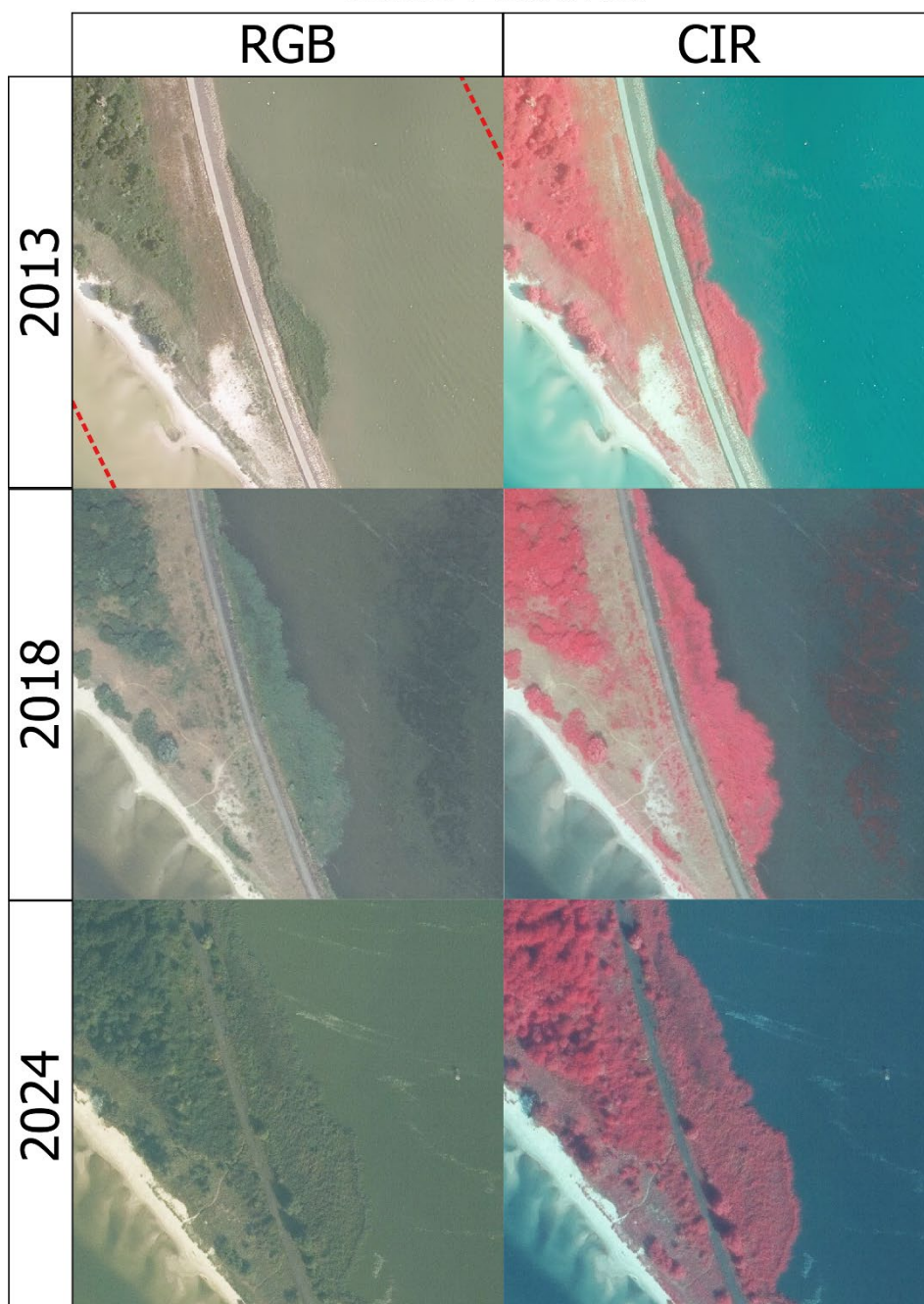
Tussen 2013 en 2018 is er op vrijwel alle raaien een netto uitbreiding van tussen 1 en meer dan 5 m; ook heeft de rietkraag zich langs de dijk verder uitgebreid waardoor het nu een ononderbroken strook waterriet is geworden. In de periode van 2018 en 2024 lijkt er sprake te zijn van een van jaar op jaar fluctuerende rietrand, met wel een netto waterwaartse uitbreiding over de gehele periode. In de tijd lopen de raaien afwisselend vooruit en achteruit. In een deel van de raaien lijkt vanaf de landzijde oprukkende verlanding op te treden, waarmee de riet-ruigte overgang gemiddeld genomen opschuift richting het water. Wat hierin opvalt is dat het richting open water verschuiven van de rietruigte-overgang met name in 2022-2023 en 2023-2024 plaatsvindt, jaren waarin in het voorgaande winterseizoen hoge waterstanden zijn opgetreden.

De rietstructuur is over de gehele periode een vrij ijle begroeiing, met plaatselijk een zeer lage stengeldichtheid. De gemiddelde stengeldikte lijkt iets toe te nemen in de meetperiode.

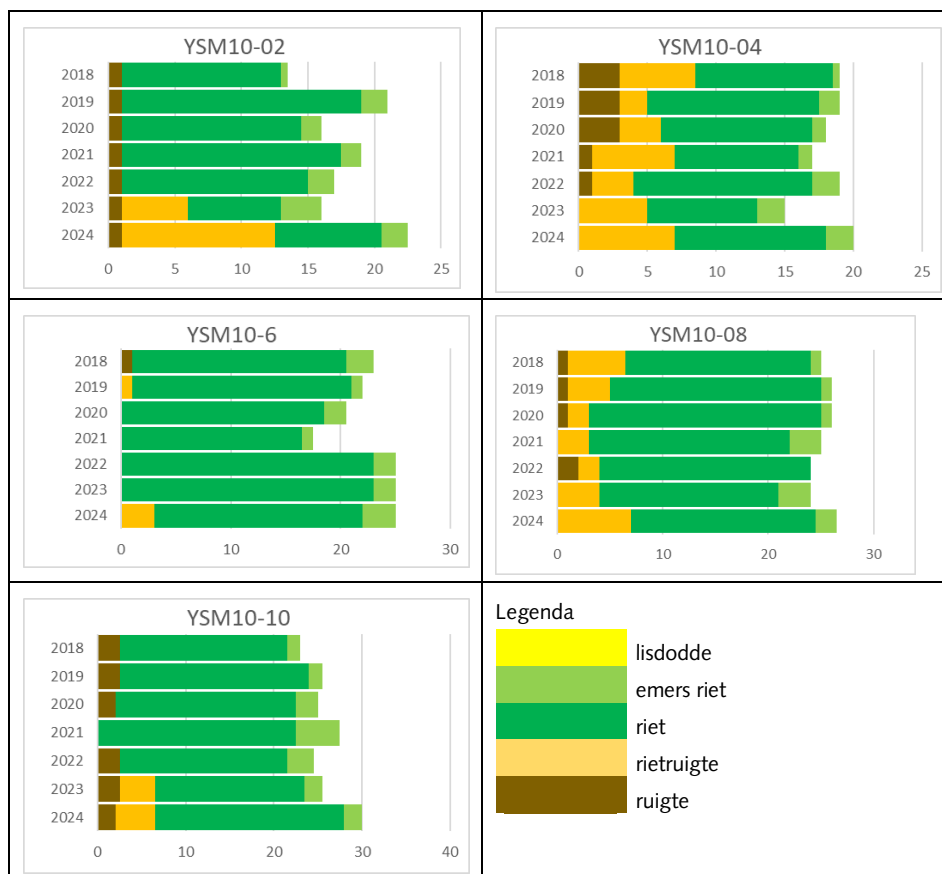


Figuur 5.7. Rietkraag op de locatie YSM10. Foto 5-11-2018

Sluis Lemmer



Figuur 5.8. Luchtfoto's van de locatie voor de jaren 2013, 2018 en 2024, zowel kleur (RGB) als infrarood (CIR)



Figuur 5.9. Ontwikkeling van de zonering op raaien in de rietgordel YSM10 Sluis Lemmer

Tabel 5.3. Kwaliteitskenmerken van het waterriet op YSM10 Sluis Lemmer (gemiddelde, min en max)

	Riethoogte (m)	Rietdichtheid (m ²)	Stengeldikte (klasse)
2018	256 (200-280)	33 (5-60)	2,8 (1-5)
2019	261 (180-280)	33 (2-60)	3,5 (1-4)
2020	251 (200-280)	35 (5-80)	3,4 (1-5)
2021	253 (200-300)	32 (5-60)	3,3 (1-4)
2022	306 (280-350)	33 (20-50)	4,1 (2-5)
2023	246 (200-320)	25 (5-50)	4,2 (3-7)
2024	258 (250-380)	29 (20-50)	3,7 (3-6)

5.2.3 MM4 Hemmeland

De rietkraag aan de oostzijde van het Hemmeland bij Monnickendam is gelegen op de overgang van de opgespoten zandige oeversrand, die uitwilt op de oorspronkelijke kleiige bodem van de Gouwzee. Aan de landzijde sluit het aan op de bosrand langs het achtergelegen recreatieterrein, en er zijn op diverse plaatsen strandjes die de rietgordel onderbreken. Opvallend is dat het riet opvallend dun is, waardoor het vermoeden is dat het oorspronkelijk aangeplant riet van het veen-ecotype is afkomstig uit het binnendijkse gebied.



Figuur 5.10. Locatie MM4 in het IJsselmeergebied

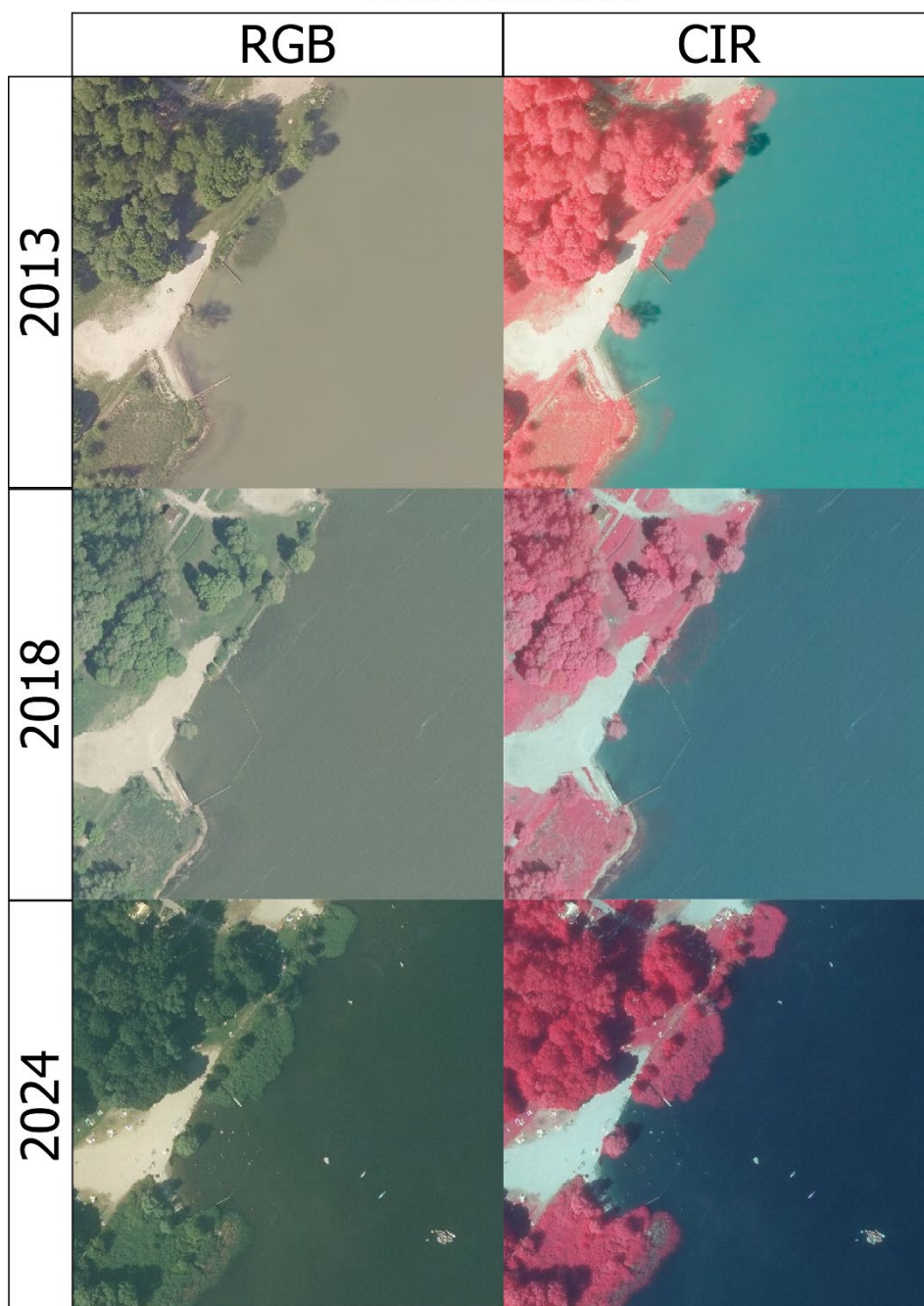
De rietkraag breidt zich in beide perioden vooral in zijwaartse richting uit (met name richting de strandopeningen). Tussen 2013 en 2018 en in de eerste jaren vanaf 2018 nam de breedte van de waterrietzone op de meeste raaien iets toe of bleef gelijk, maar vanaf 2021 is er sprake van een duidelijke achteruitgang van de open-water-rand van het riet. Deze terugloop is vooral te relateren aan watervogelvraat. Een brede zoom van het waterriet krijgt steeds meer een zeer ijle en beschadigde structuur, met een scherpe overgang naar de zeer vitale rand oeverriet overgaand in de achterliggende ruigte.



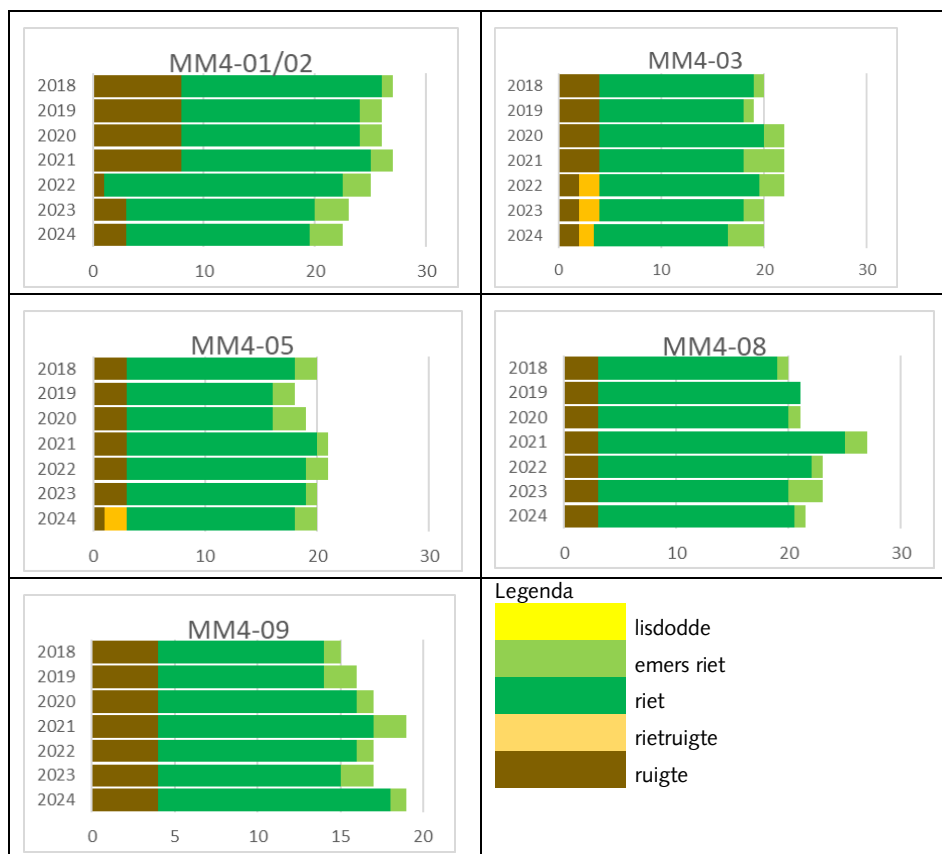
Figuur 5.11. Op locatie MM4 groeit vrij ijle, fijnstengelig riet in relatief diep water. Foto 15-9-2022



Hemmeland



Figuur 5.12. Luchtfoto's van de locatie voor de jaren 2013, 2018 en 2024, zowel kleur (RGB) als infrarood (CIR)



Figuur 5.13. Ontwikkeling van de zonering op raaien in de rietgordel MM4 Hemmeland

Tabel 5.4. Kwaliteitskenmerken van het waterriet op MM4 Hemmeland (gemiddelde, min en max)

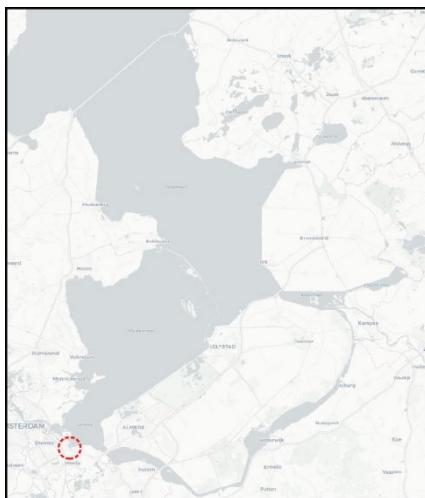
	Riethoogte (m)	Rietdichtheid (m ²)	Stengeldikte (klasse)
2018	246 (210-320)	39 (10-80)	2,1 (1-4)
2019	240 (180-300)	52 (25-100)	2,8 (1-4)
2020	271 (200-350)	35 (50-100)	2,5 (1-3)
2021	253 (180-380)	32 (10-80)	2,5 (1-4)
2022	257 (180-380)	61 (15-210)	2,4 (1-4)
2023	256 (200-350)	38 (10-80)	3,0 (1-5)
2024	262 (200-350)	49 (5-80)	2,9 (2-4)

5.2.4 MM11 Waterkeringpad

De locatie MM11 ligt langs de Baai van Ballast aan het IJmeer, aan de voet van de dijk. Doordat de rietkraag aan de landzijde begrensd wordt door een stortsteenrand, heeft de ruigtegrens een vaste positie. Achter de rietkraag ligt een brede brandnetelruigte, waarin in de jaren 2018 en 2024 steeds meer riet opkomt, waarschijnlijk omdat de intensiteit van de schapenbegrazing minder is geworden, en/of omdat door de aanleg van een fietspad en wandelpad er minder ganzen op de dijk bivakkeren. Aan de open waterzijde is er een vrij steil aflopend talud met een slappe, sterk organische bodem. Ten opzichte van 2013 is de waterriet-zone, die op de meeste raaien nog maar enkele meters breed is, niet of nauwelijks smaller geworden. Op één plaats was in de eerste jaren een losstaande rietkloon buiten de

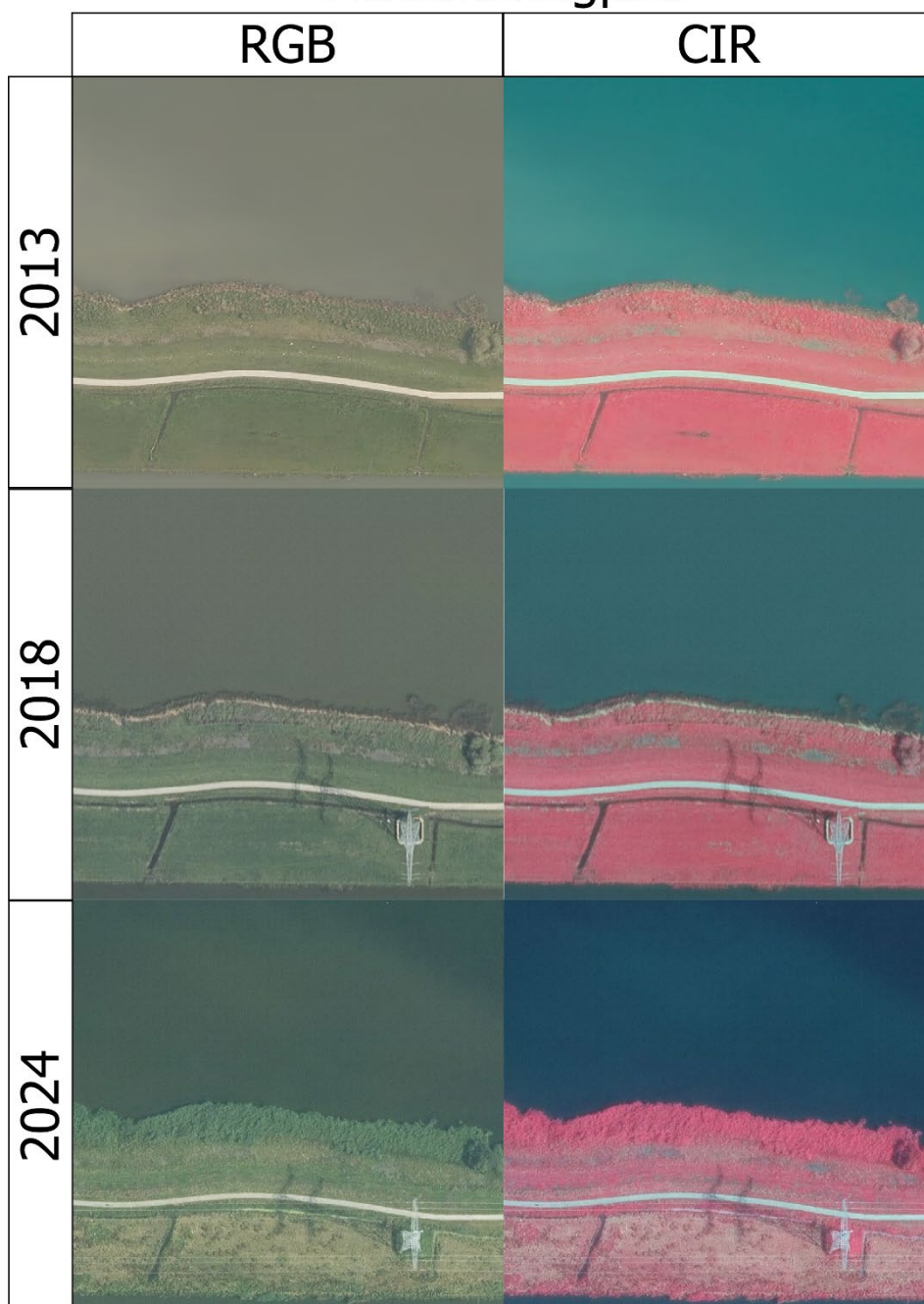


rietkraag aanwezig, die echter in 2023 geheel was afgestorven. Begrazing door watervogels lijkt hier een grote rol te spelen, in combinatie met ongunstige bodemcondities die geleid hebben tot het niet meer kunnen terug groeien van het riet.

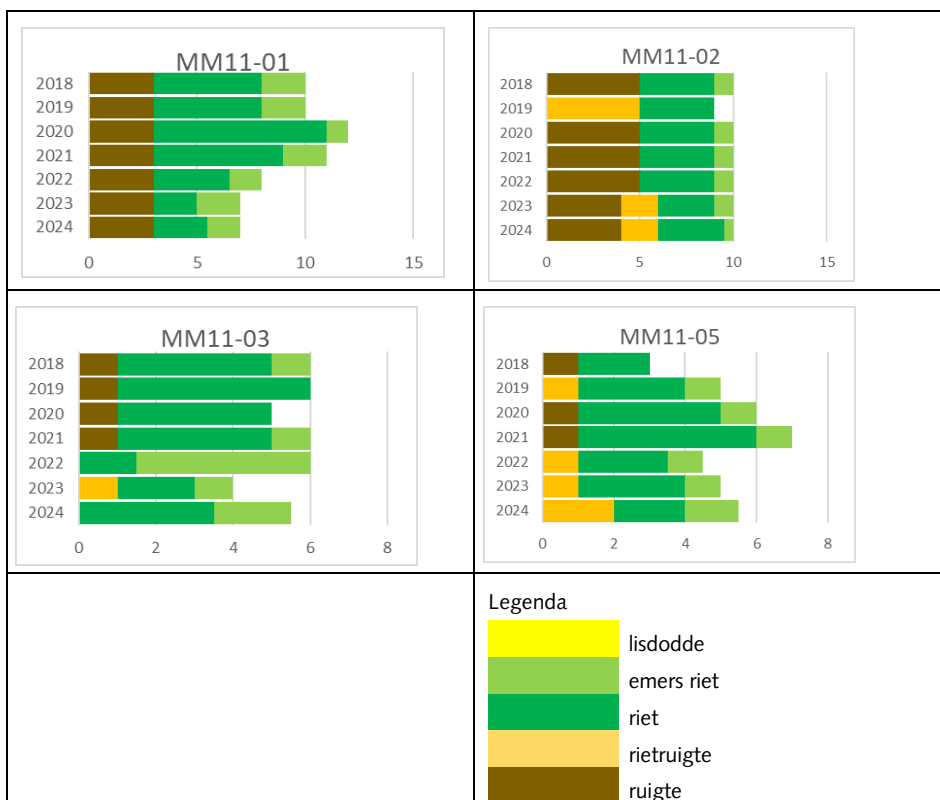


Figuur 5.14. Locatie MM11 in het IJsselmeergebied

Waterkeringpad



Figuur 5.15. Luchtfoto's van de locatie voor de jaren 2013, 2018 en 2024, zowel kleur (RGB) als infrarood (CIR)



Figuur 5.16. Ontwikkeling van de zonerings op raaien in de rietgordel MM11 Waterkeringpad

Tabel 5.5. Kwaliteitskenmerken van het waterriet op MM11 Waterkeringpad (gemiddelde, min en max)

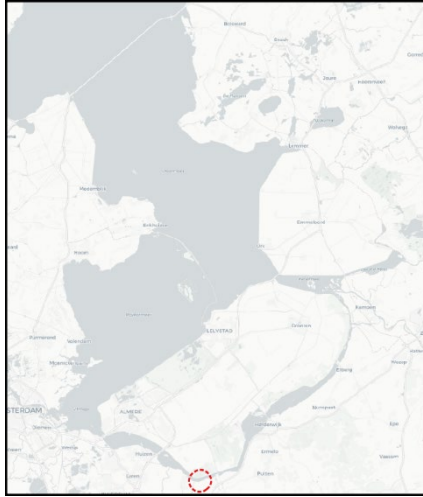
	Riethoogte (m)	Rietdichtheid (m ⁻²)	Stengeldikte (klasse)
2018	254 (200-320)	49 (5-120)	3,6 (3-4)
2019	301 (260-340)	50 (30-80)	4,1 (2-5)
2020	323 (280-360)	56 (20-100)	3,5 (3-5)
2021	368 (300-400)	39 (20-60)	4,7 (3-7)
2022	342 (220-380)	51 (30-80)	4,9 (3-6)
2023	325 (300-350)	42 (20-80)	5,0 (4-6)
2024	374 (350-480)	46 (40-50)	5,5 (4-7)

5.2.5 ZRM102 Nekkeveld

De meetlocatie Nekkeveld ligt aan de voet van de dijk langs het Nijkerkernauw. Aan de teen ligt grove steenstort, overgaand in brandnetelruigte. De vooroever bestaat uit een venige bodem. De ruigtegrens ligt daardoor stabiel op één positie in de raai. De waterrietzone bestaat uit een aantal vrij duidelijk te onderscheiden klonen. Deze zone is variabel van breedte en aan weerszijden van de raaien ontbreekt waterriet geheel. Aan de zuidzijde fluctueert de rietrand sterk door fragmentatie van het riet. De meer noordelijke raaien lijken stabiel. De watervogelvraat is relatief gering.

Vanaf 2013 is de rietkraag per saldo op de meeste raaien iets achteruitgegaan. In de latere meetjaren (2022-2024) lijkt de rietruigte vanaf de landzijde waterwaarts op te schuiven.

Het betreft hier vooral ingroei van bitterzoet vanaf de oeversrand; mogelijk is er ook sprake van enige verlanding net voor de steenstortrand. Wat niet uit de raaien blijkt, maar wel op de luchtfoto's te zien is, is dat openingen in de rietkraag zijn dichtgegroeid door het naar elkaar toe groeien van losse plukken riet parallel aan de dijk.

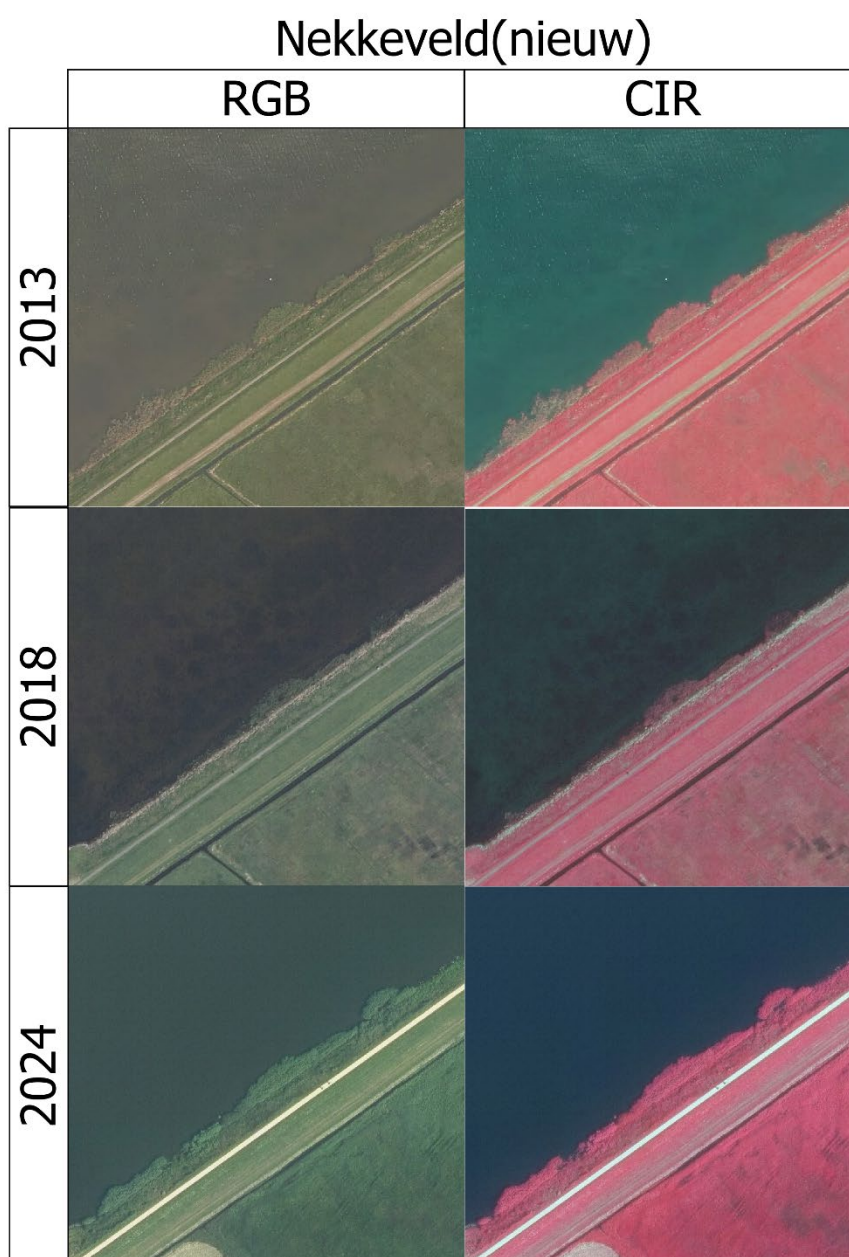


Figuur 5.17. Locatie ZRM102 in het IJsselmeergebied

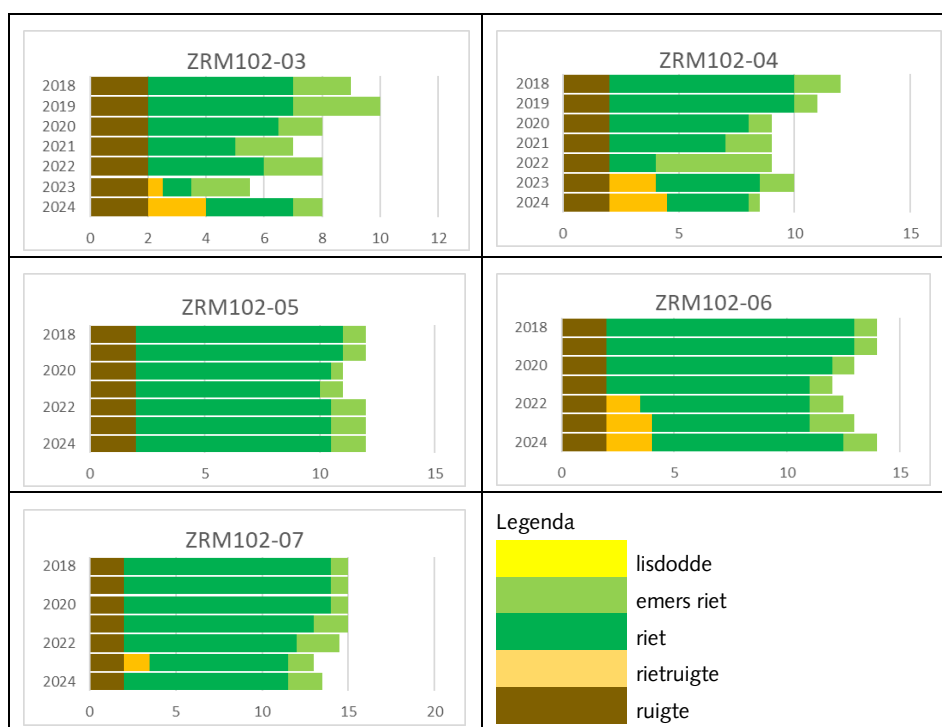
Het waterriet is niet erg hoog en van fijn- tot middendikte, wat typerend is voor riet dat op veenbodems groeit. De intensiteit van watervogelvraat aan de buitenrand is wisselend van jaar tot jaar.



Figuur 5.18. Rietkraag aan de voet van de dijk ten oosten van Spakenburg, locatie ZRM102. Foto 23-9-2024



Figuur 5.19. Luchtfoto's van de locatie voor de jaren 2013, 2018 en 2024, zowel kleur (RGB) als infrarood (CIR)



Figuur 5.20. Ontwikkeling van de zonering op raaien in de rietgordel ZRM102 Nekkeveld

Tabel 5.6. Kwaliteitskenmerken van het waterriet op ZRM102 Nekkeveld (gemiddelde, min en max)

	Riethoogte (m)	Rietdichtheid (m ²)	Stengeldikte (klasse)
2018	250 (180-300)	38 (15-100)	2,4 (1-4)
2019	264 (210-320)	49 (20-100)	3,1 (2-5)
2020	274 (200-320)	42 (5-80)	2,7 (1-4)
2021	280 (150-350)	48 (20-80)	2,8 (1-5)
2022	304 (140-380)	52 (30-80)	3,7 (1-4)
2023	270 (160-350)	32 (5-60)	2,8 (1-5)
2024	305 (260-350)	45 (1-80)	3,5 (3-4)

5.2.6 ZRM7 Naarderbos

Locatie Naarderbos ligt net ten oosten van de woonwijk Naarderbos, nabij de snelweg en daarvan gescheiden door een spontaan ontwikkeld wilgenbos. De rietkraag is zeer breed en bestaat uit zeer dik en hoog riet. Rond de waterlijn in de zomerperiode (ca. -0,20 m NAP) gaat het waterriet over in rietruigte met veel lisdodde. Direct onder de zomerwaterlijn is in een brede zone een dikke sliblaag ontstaan.

De rietkraag moet rond ca. 1980 veel smaller zijn geweest dan nu en lijkt zich vanaf die tijd snel waterwaarts te hebben uitgebreid (Scirpus Ecologisch Advies 2019). Mogelijk houdt de vestiging en uitbreiding verband met de aanleg van de Hollandse Brug en het Naarderbos in de 70'er jaren.

De waterrietrand en uitloopzone zijn gevestigd op een zandige bodem die erg ondiep is; er vindt vóór de rand waarschijnlijk nog steeds opzanding plaats waarbij zelfs in de zomer



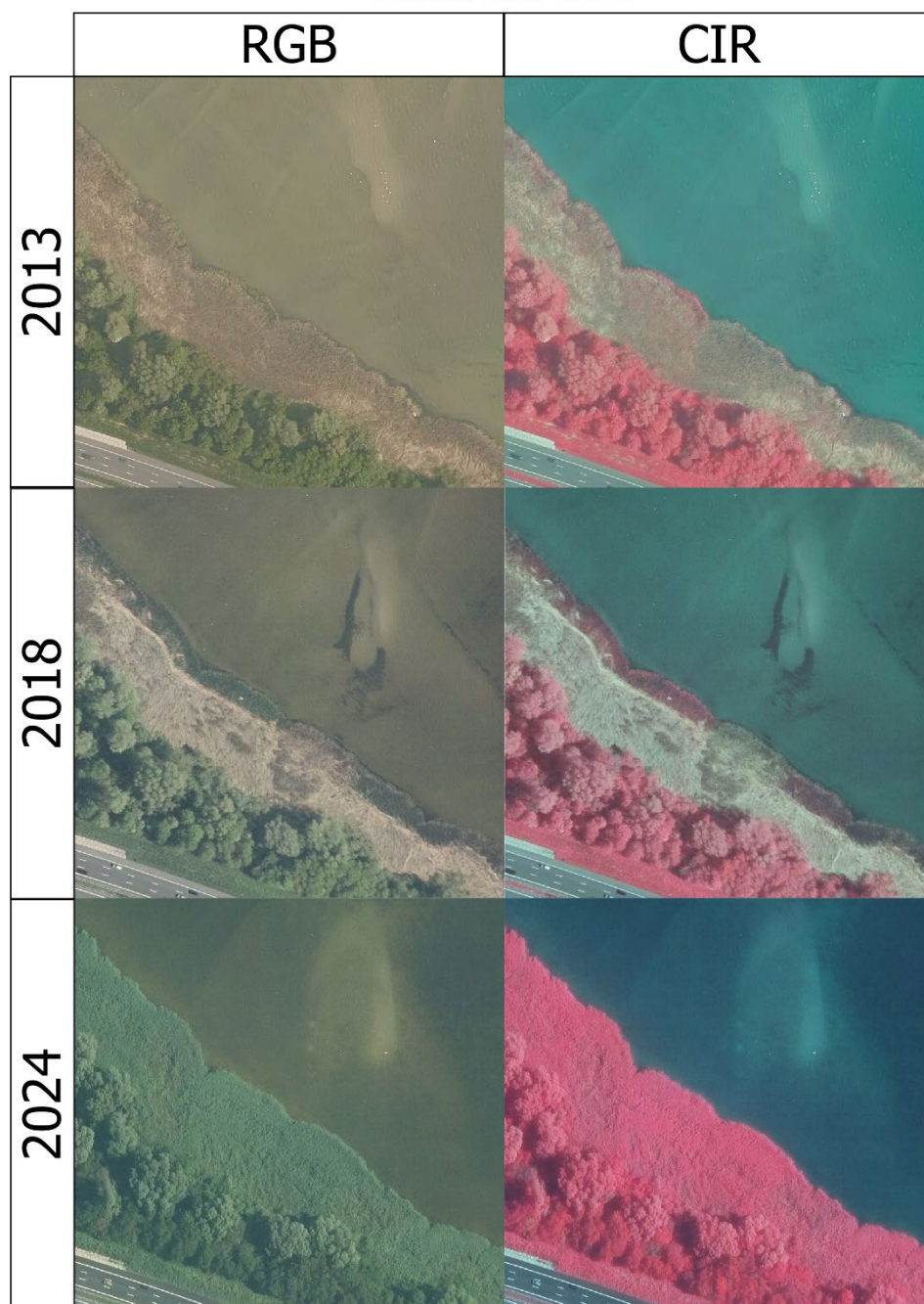
delen kunnen droogvallen. Aan het eind van de zomer hopen zich grote massa's aangespoelde waterplanten op tegen de rietrand, die hierdoor op sommige plaatsen ook wordt platgedrukt. Omdat het peil vanaf 2019 al in de nazomer begint uit te zakken, zou de ophoping van waterplanten tegen de rand van de rietkraag een indirect gevolg kunnen zijn van het peilbesluit. Echter, effecten op de rietkraag zelf zijn niet geconstateerd en zouden pas op de langere termijn een rol kunnen gaan spelen, bijvoorbeeld door het minder diep in de rietkraag ontstaan van slibaccumulatiebodems.



Figuur 5.21. Locatie ZRM7 in het IJsselmeergebied

Er is op deze locatie erg veel vraat door watervogels, waardoor de emerse uitloopzone zeer sterk wordt gereduceerd. De netto uitbreiding is zowel tussen 2013 en 2018, als tussen 2018 en 2024 gering.

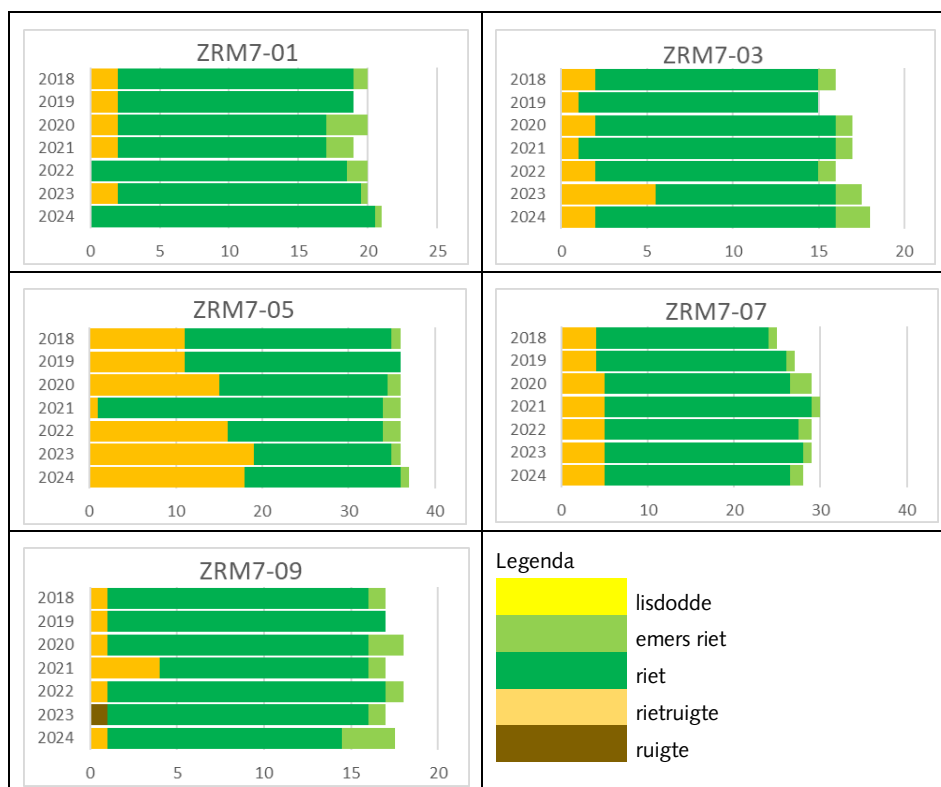
Naarderbos



Figuur 5.22. Luchtfoto's van de locatie voor de jaren 2013, 2018 en 2024, zowel kleur (RGB) als infrarood (CIR)



Figuur 5.23. Op locaties langs het Gooimeer, waaronder ZRM7 bij Naarderbos, hopen zich in het najaar massa's losgeslagen (of gemaaide) waterplanten op. Foto 9-9-2024



Figuur 5.24. Ontwikkeling van de zonering op raaien in de rietgordel ZRM7 Naarderbos

Tabel 5.7. Kwaliteitskenmerken van het waterriet op ZRM7 Naarderbos (gemiddelde, min en max)

	Riethoogte (m)	Rietdichtheid (m ⁻²)	Stengeldikte (klasse)
2018	314 (240-420)	38 (10-100)	3,9 (4-7)
2019	377 (250-420)	51 (30-80)	5,6 (1-7)
2020	404 (300-450)	44 (15-80)	6,5 (4-7)
2021	413 (350-450)	56 (15-50)	6,2 (3-7)
2022	379 (300-450)	46 (20-80)	6,3 (5-7)
2023	385 (300-450)	46 (30-80)	6,3 (4-7)
2024	402 (360-450)	45 (1-80)	3,5 (3-5)

5.2.7 KET9 Oliebollen

De locatie KET9, aangeduid als Oliebollen, is gelegen op de zandwal langs de vaargeul die in 1997-2000 ter afscherming van het achtergelegen natuurontwikkelingsgebied is aangelegd. Bij de metingen in 2014 was er sprake van een smalle, spontaan opgeslagen rietzone rond de waterlijn. In 2018 was deze enkele tot meer dan 5 m verder het water ingegroeid.



Figuur 5.25. Locatie KET9 in het IJsselmeergebied

De bodem net buiten de rietzone is zeer slikkig, en is in de meest noordelijke raaien vrijwel onbegaanbaar.

In de winterperiode 2018/2019 is de bomenrand achter de rietkraag gekapt. In datzelfde jaar is een vraatraster geplaatst die enkele raaien doorsneed.

In de jaren vanaf 2022 is er veel activiteit van bevers, die op diverse plaatsen brede sporen door de rietkraag maken.

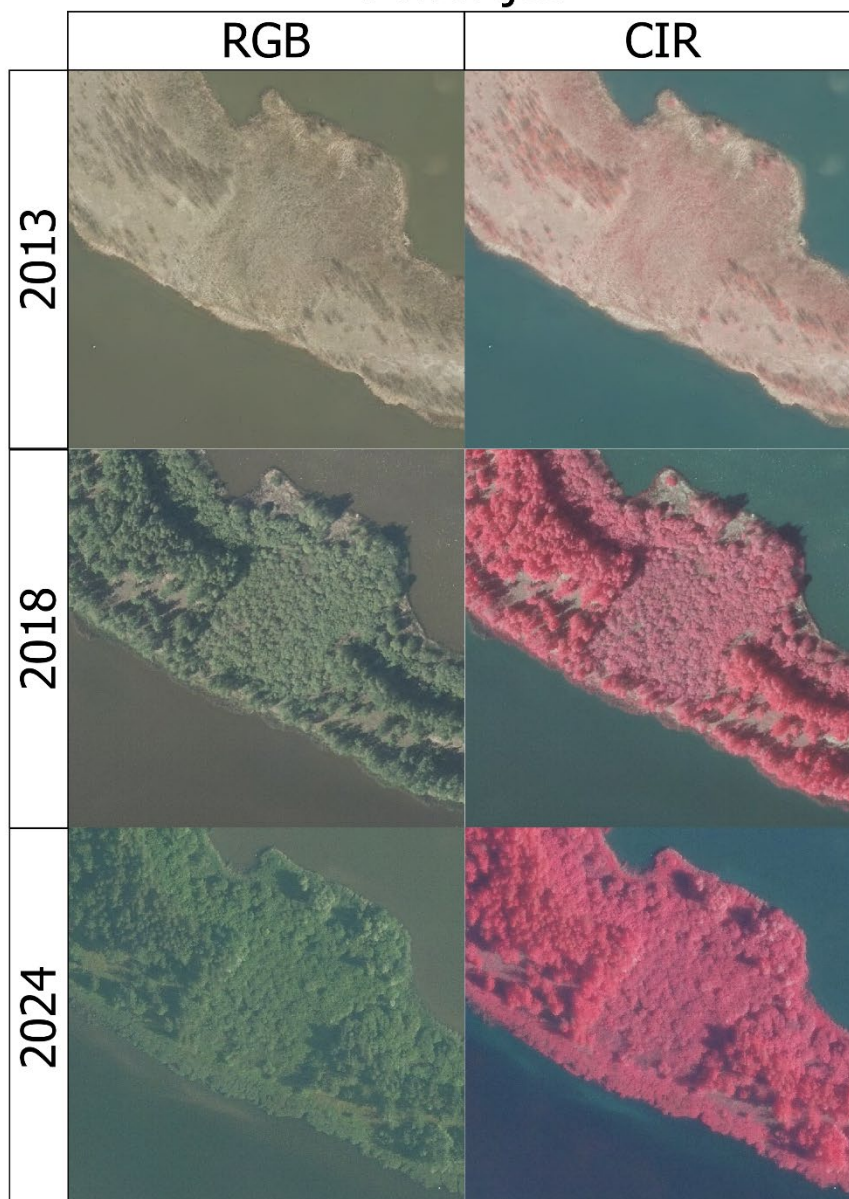
In de eerste jaren vanaf 2018 was er sprake van een duidelijke waterwaartse uitbreiding. Vanaf 2021 echter is er weer een duidelijke achteruitgang. In 2019 is voor een deel van de rietkraag een vraatraster geplaatst. Het effect hiervan was het dichtgroeien van de begroeide zone, deels met lisdodde. Echter, ook op de niet-ingerasterde delen vond in 2024 weer enige uitbreiding plaats.



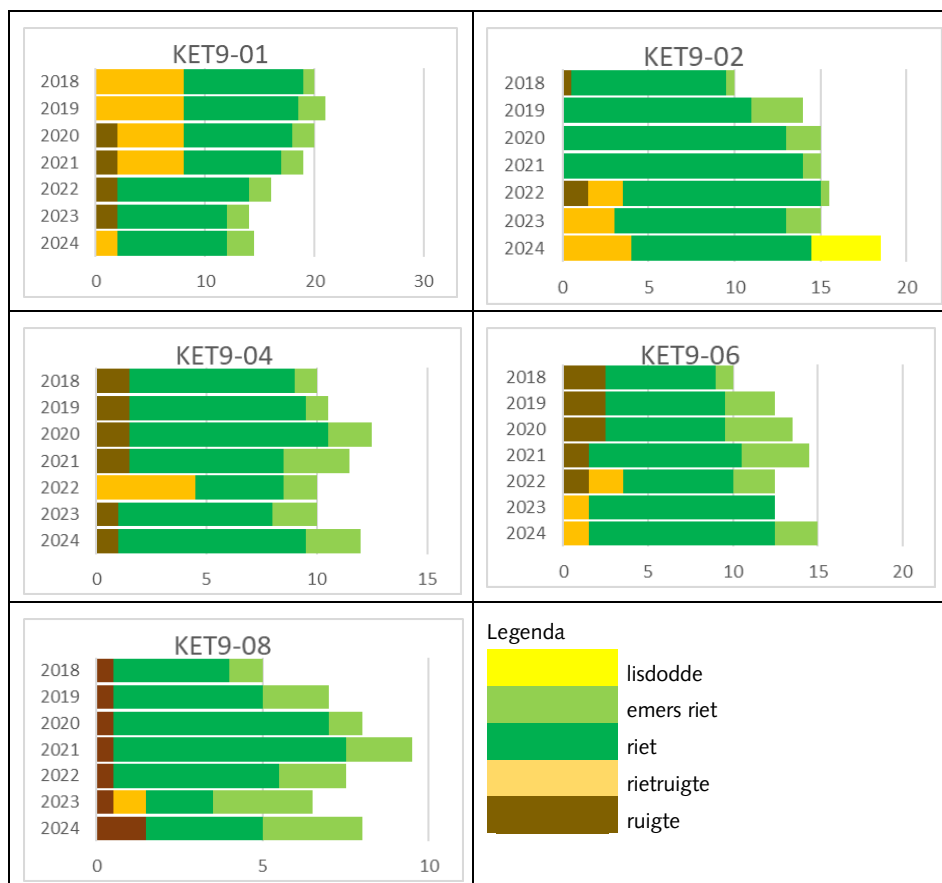
Figuur 5.26. Veel vraatverschijnselen aan de uitloopzone van de rietkraag op locatie KET9. Foto 23-10-2024



Poffertjes



Figuur 5.27. Luchtfoto's van de locatie voor de jaren 2013, 2018 en 2024, zowel kleur (RGB) als infrarood (CIR)



Figuur 5.28. Ontwikkeling van de zonering op raaien in de rietgordel KET9 Oliebollen

Tabel 5.8. Kwaliteitskenmerken van het waterriet op KET9 Oliebollen (gemiddelde, min en max)

	Riethoogte (m)	Rietdichtheid (m ⁻²)	Stengeldikte (klasse)
2018	273 (220-350)	33 (5-80)	3,6 (1-7)
2019	310 (260-380)	39 (20-60)	3,9 (2-5)
2020	361 (250-420)	39 (15-60)	4,4 (3-6)
2021	346 (?-420)	42 (30-60)	5,5 (3-7)
2022	366 (300-400)	49 (30-60)	5,1 (3-7)
2023	360 (320-420)	35 (10-80)	5,5 (3-7)
2024	387 (250-450)	43 (20-80)	5,1 (3-7)

5.2.8 KET12 Schokkerplaat

De locatie Schokkerplaat ligt op één van de nieuw aangelegde eilanden in de IJsselmonding. Op het zandige talud zijn in 2013 rietplaggen aangebracht, die in 2018 tot een aaneengesloten rietkraag waren aangegroeid. In de periode 2018-2024 vindt een verdere geleidelijke uitbreiding plaats naar het open water. Er treedt relatief weinig vraat door watervogels op. In 2022, 2023 en 2024 was er direct buiten de rietkraag een hoge



waterplantenbedekking aanwezig, met o.a. pijlkruid, smalle waterweegbree, rivierfonteinkruid en groot nimfkruid.



Figuur 5.29. Locatie KET12 in het IJsselmeergebied

Aan de landzijde loopt het talud vrij snel op, waardoor de overgang naar ruigte vastligt en gekenmerkt wordt door wilgenopslag en een snelle overgang naar droge ruigte (duinriet). Omdat er nog niet veel strooiselophoping heeft plaatsgevonden, en er een duidelijke knik is in het talud, is de grens naar de achterliggende drogere ruigte scherp en is de rietruigtezone (riet met haagwinde) zeer smal. De verschuivingen in de ligging van de ruigtegrens van jaar tot jaar waren minimaal.



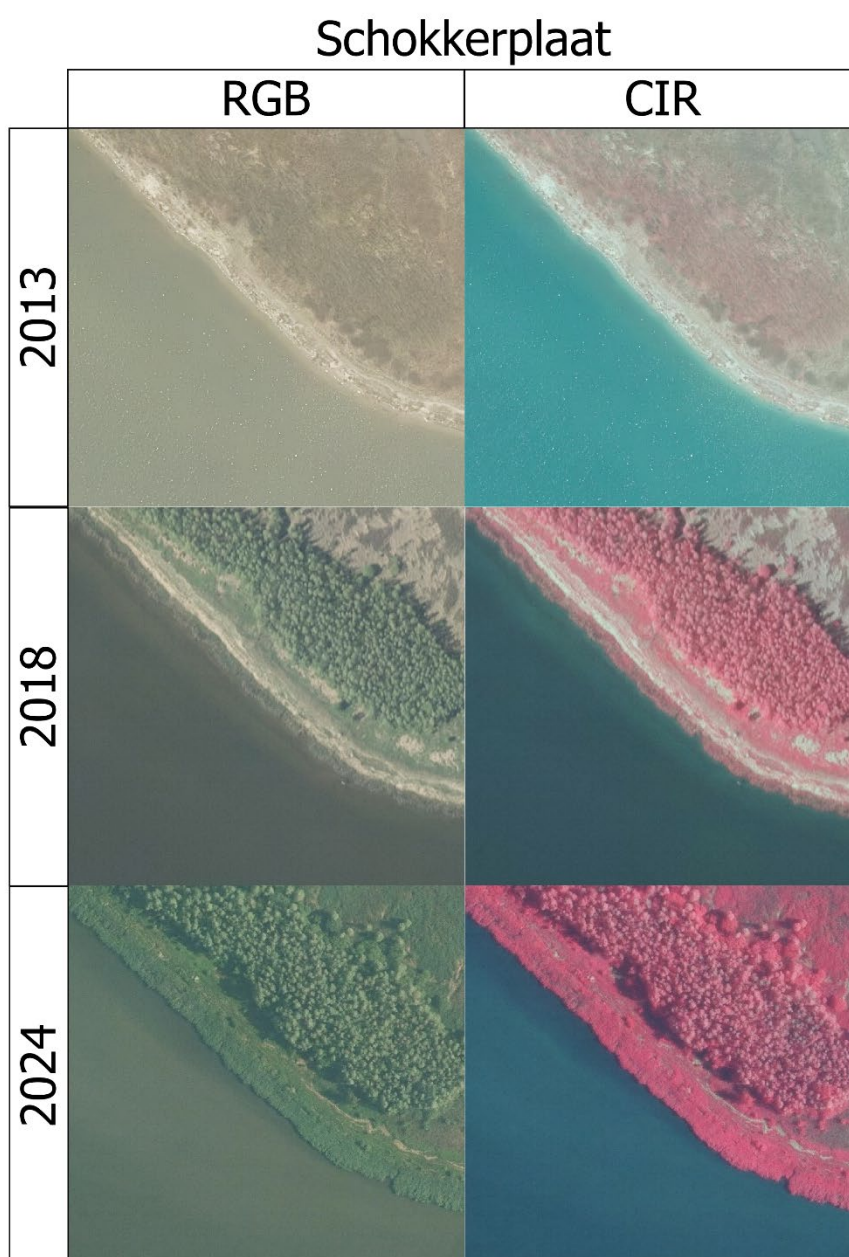
Figuur 5.30. Situatie één groeiseizoen na het aanbrengen van rietplaggen in 2013. Foto 13-10-2014



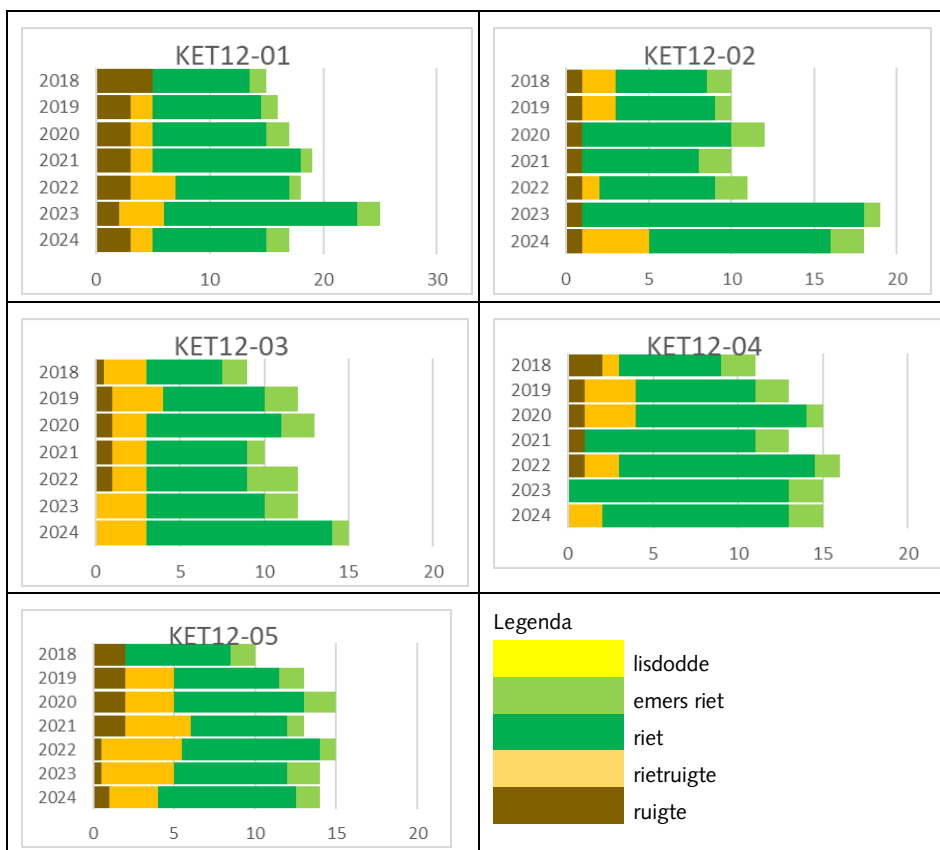
Figuur 5.31. Rietkraag KET12 in 2018. Foto 27-9-2018



Figuur 5.32. Rietkraag KET12 in 2024. Foto 20-8-2024



Figuur 5.33. Luchtfoto's van de locatie voor de jaren 2013, 2018 en 2024, zowel kleur (RGB) als infrarood (CIR)



Figuur 5.34. Ontwikkeling van de zonering op raaien in de rietgordel KET12 Schokkerplaat

Tabel 5.9. Kwaliteitskenmerken van het waterriet op KET12 Schokkerplaat (gemiddelde, min en max)

	Riethoogte (m)	Rietdichtheid (m ²)	Stengeldikte (klasse)
2018	327 (280-400)	69 (5-160)	5,0 (1-7)
2019	347 (320-400)	60 (30-80)	4,8 (3-7)
2020	344 (280-380)	56 (20-100)	4,9 (2-7)
2021	323 (220-400)	48 (30-80)	4,4 (1-6)
2022	352 (250-420)	77 (40-100)	4,2 (2-6)
2023	346 (300-400)	38 (20-60)	5,4 (4-7)
2024	378 (320-420)	43 (30-60)	5,0 (4-7)

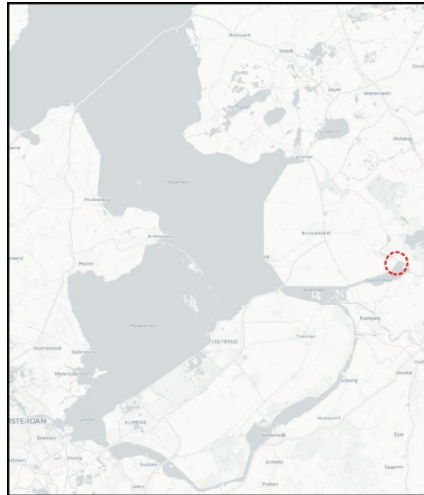
5.2.9 ZM1 Zwarte Hoek Oost

Brede rietgordel in de noordoosthoek van het Zwarte Meer, grenzend aan de dijk van de Noordoostpolder. Aan de landzijde is een ruigtezone aanwezig en een stortsteenrand.

Aan de waterzijde is op veel plaatsen een zone met Kleine lisdodde aanwezig, die van jaar op jaar sterk kan fluctueren. Op sommige raaien kan daardoor de emerse zone in één jaar sterk voor- of achteruitgaan.

Er zijn veel effecten van vraat door zwanen en ganzen op de locatie zichtbaar, vooral op de delen waar geen lisdoddezoom aanwezig is. Het lijkt erop dat de lisdodde het

achterliggende riet tegen vraat beschermd; dat riet kan vervolgens weer de lisdoddezoon binnendringen en uitbreiden.



Figuur 5.35. Locatie ZM1 in het IJsselmeergebied

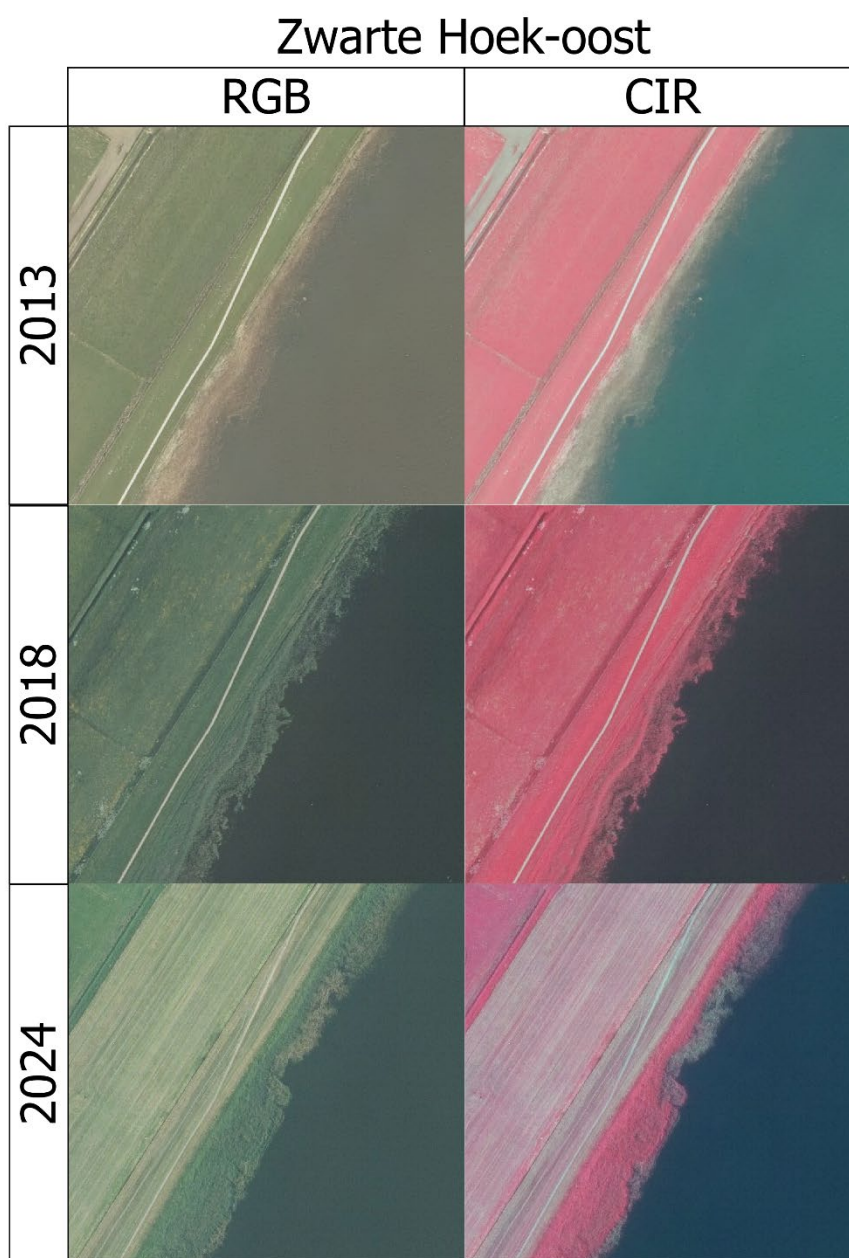
Op de helft van de raaien zijn eind 2018 vraatrasters geplaatst. De ruimte tussen de rietkraag en de rasters is in korte tijd daarna dichtgegroeid, met hetzij lisdodde, hetzij ijl riet. Lisdodde groeit plaatselijk ook buiten de rasters uit.



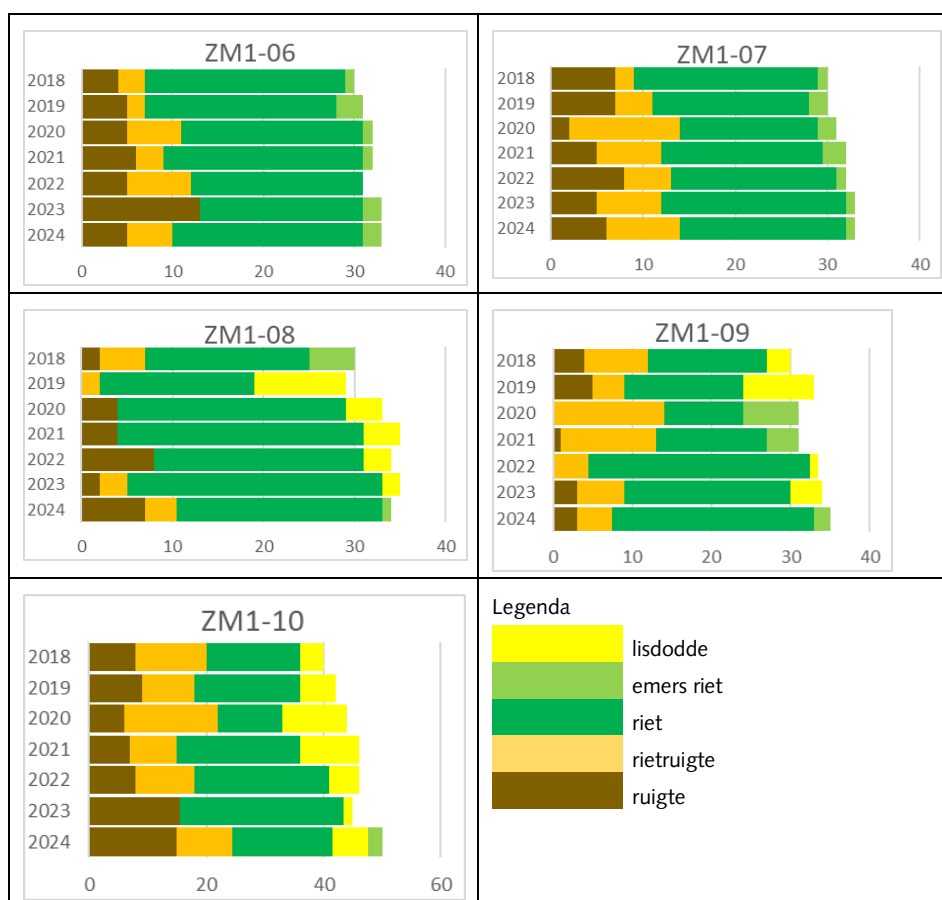
Figuur 5.36. Zwaar, hoog riet op locatie ZM1. Foto 13-9-2018



Figuur 5.37. Voor een deel van de raaien op locatie ZM1 zijn vanaf 2019 rasters geplaatst om het riet tegen watervogels te beschermen



Figuur 5.38. Luchtfoto's van de locatie voor de jaren 2013, 2018 en 2024, zowel kleur (RGB) als infrarood (CIR)



Figuur 5.39. Ontwikkeling van de zonering op raaien in de rietgordel ZM1 Zwarte Hoek Oost

Tabel 5.10. Kwaliteitskenmerken van het waterriet op ZM1 Zwarte Hoek Oost (gemiddelde, min en max)

	Riethoogte (m)	Rietdichtheid (m ⁻²)	Stengeldikte (klasse)
2018	301 (240-380)	41 (5-60)	6,1 (5-7)
2019	369 (250-420)	56 (5-100)	4,9 (2-7)
2020	358 (320-380)	52 (5-80)	4,8 (3-7)
2021	355 (280-450)	47 (2-80)	5,5 (3-7)
2022	372(300-400)	54 (30-80)	5,5 (3-7)
2023	()	()	()
2024	327 (200-450)	40 (10-80)	6,0 (3-7)

5.2.10 ZM5 Venegoot-west

De locatie Venegoot-west ligt aan de zuidelijke oever van het Zwarte Meer, tussen de mondingen van de Venegoot en het Ganzendiep. De rietkraag ligt enigszins beschut en heeft een ondiepe vooroever. In het westelijke deel van de locatie is in het kader van het LIFE-project rond 2015 een halvemaaanvormige wiependam aangelegd, waarvan al het wiepenhout inmiddels is vergaan. Aanvankelijk ontstonden hierdoor (in de eerste jaren na



2018) dichte draadwiermatten en een dikke prutlaag, die echter in 2023 en 2024 weer geheel was verdwenen.

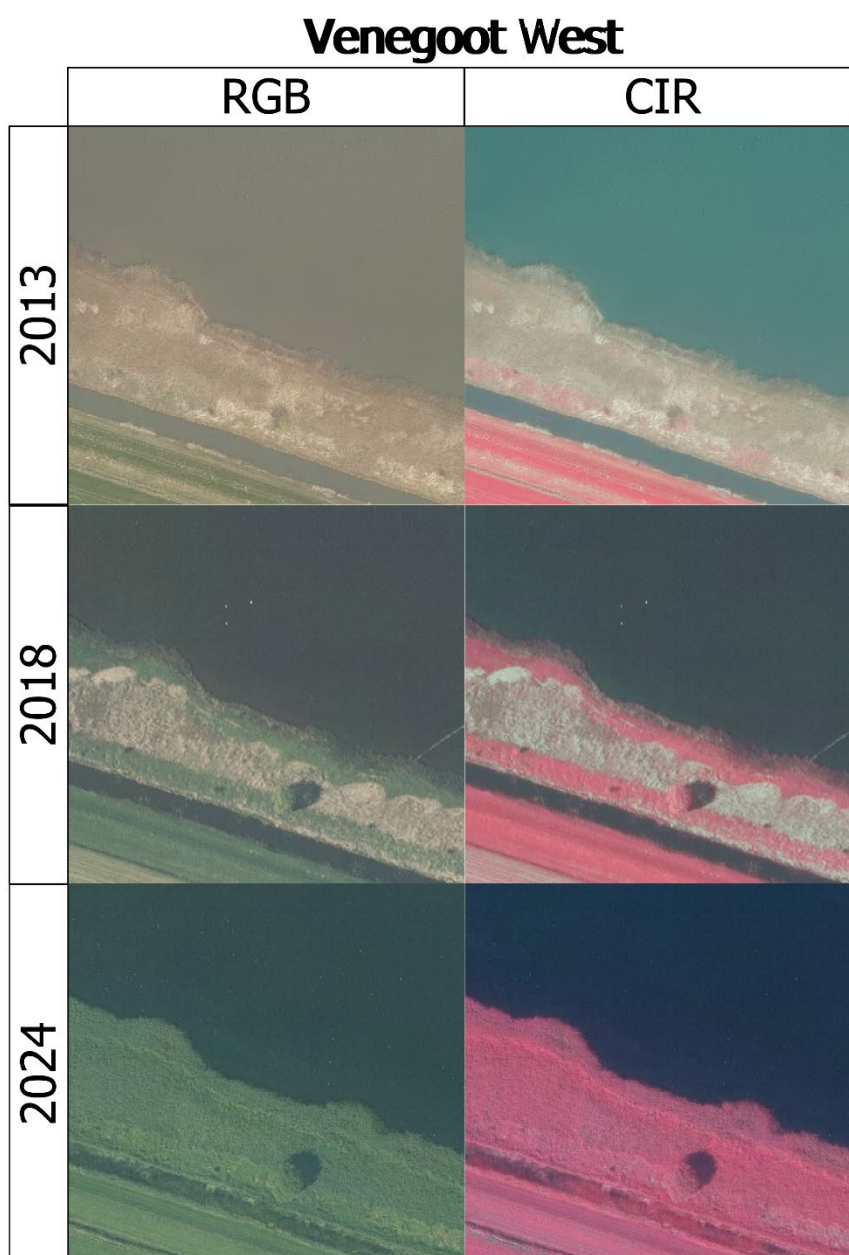


Figuur 5.40. Locatie ZM5 in het IJsselmeergebied

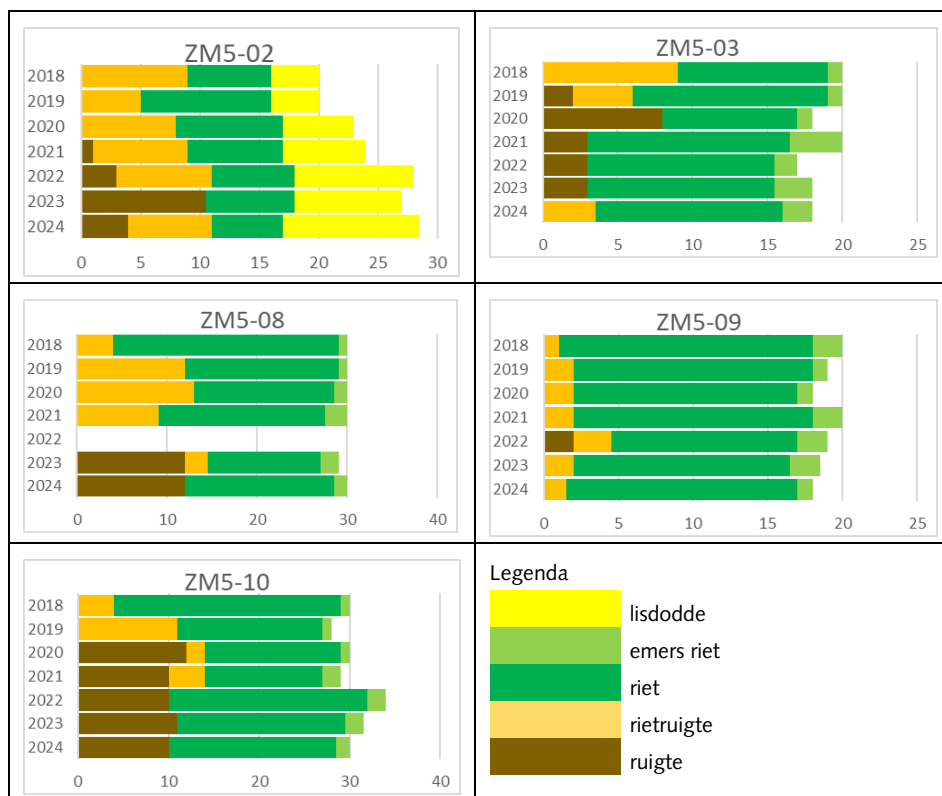
De waterrietzone is erg variabel van breedte, omdat de achterliggende oeverwalruigte niet continu doorloopt. Aan de waterzijde is vrij veel vraat, waardoor het riet iets terug lijkt te wijken, en op een deel van de locatie is daardoor een groot veld kleine lisdodde uitgegroeid.



Figuur 5.41. Draadwiermat ('flab') achter de wiependam op locatie ZM5. Foto 22-9-2020



Figuur 5.42. Luchtfoto's van de locatie voor de jaren 2013, 2018 en 2024, zowel kleur (RGB) als infrarood (CIR)



Figuur 5.43. Ontwikkeling van de zonering op raaien in de rietgordel ZM5 Venegoot West

Tabel 5.11. Kwaliteitskenmerken van het waterriet op ZM5 Venegoot West (gemiddelde, min en max)

	Riethoogte (m)	Rietdichtheid (m ²)	Stengeldikte (klasse)
2018	299 (240-380)	60 (5-140)	4,3 (1-7)
2019	337 (280-400)	57 (30-80)	4,1 (4-5)
2020	365 (320-400)	50 (20-80)	5,4 (4-7)
2021	348 (280-400)	50 (5-80)	4,8 (3-6)
2022	386 (360-420)	44 (30-60)	4,8 (4-7)
2023	364 (320-420)	33 (15-60)	4,3 (2-7)
2024	382 (300-450)	36 (10-50)	6,2 (5-7)

5.2.11 VRM2 Drielander

VRM2 Drielander is gelegen langs het Wolderwijd tussen twee beekmondingen. De waterrietzone is smal en verbrokken; er is op een plaats een alleenstaand bestand met uitzonderlijk hoog en dik riet aanwezig. Voor het overige zijn er veel losse pollen en opgevalen stukken in de rietkraag. Net buiten de rietkraag zijn er op veel plaats dode stoppelresten met polresten die soms ver boven de waterbodem uitsteken. De open-waterzone is daardoor plaatselijk moeilijk begaanbaar.

Op de meeste raaien gaat de rietrand achteruit. Watervogelvraat lijkt hierbij een rol te spelen, maar effecten van de bodem vanwege de afbraak van organische resten zijn ook niet uit te sluiten.



Figuur 5.44. Locatie VRM2 in het IJsselmeergebied

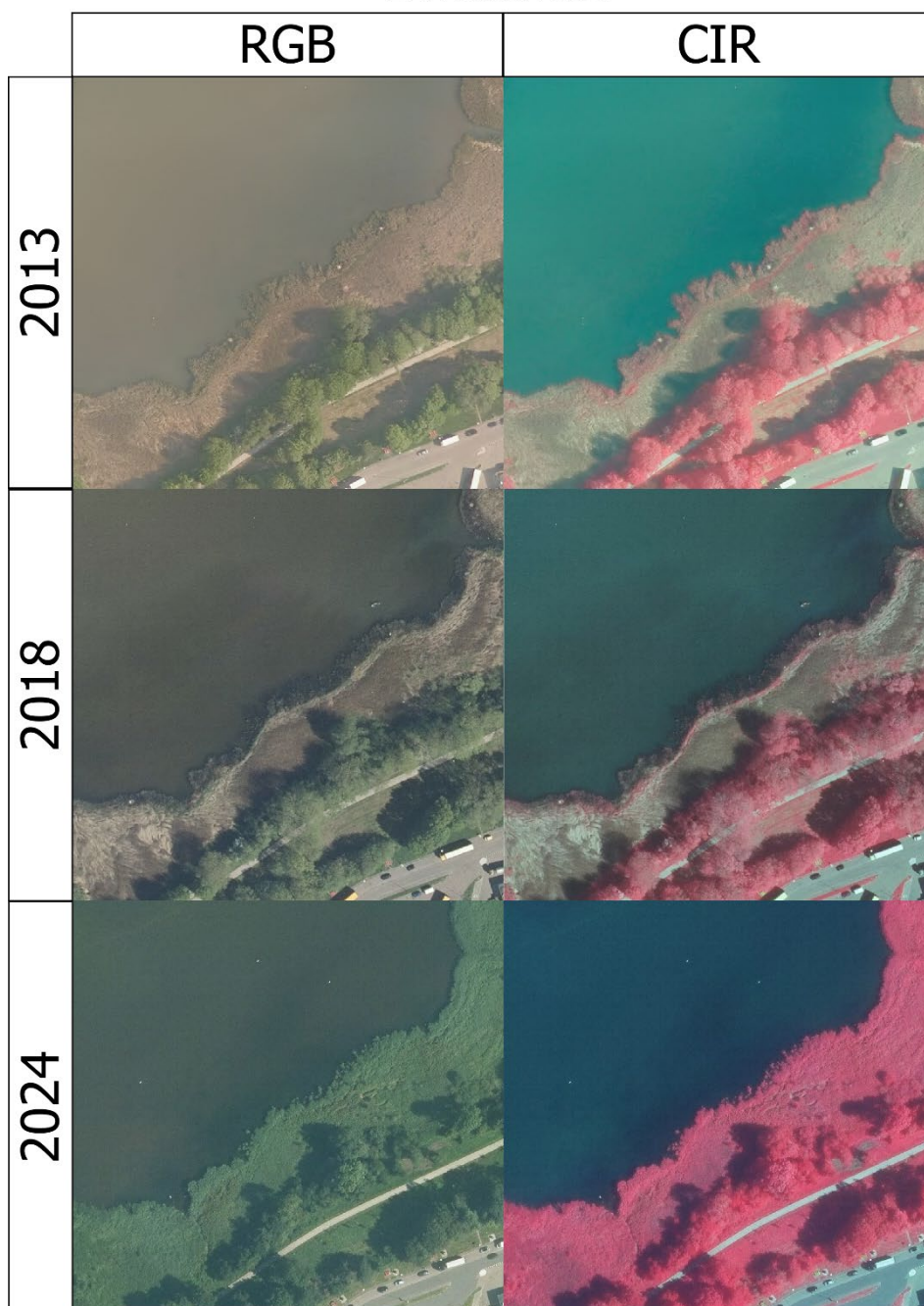
Aan de landzijde, op wisselende afstand achter de rietrand, is een zandige oeverwal aanwezig begroeid met (riet)ruigte. De overgang wordt op de meeste raaien gekenmerkt door een laag steilrandje. Daar waar de waterrietzone wat breder is, ligt net vóór dit steilrandje een laag slap organisch materiaal. De riet-ruigte overgang is daardoor door de jaren heen zeer stabiel.



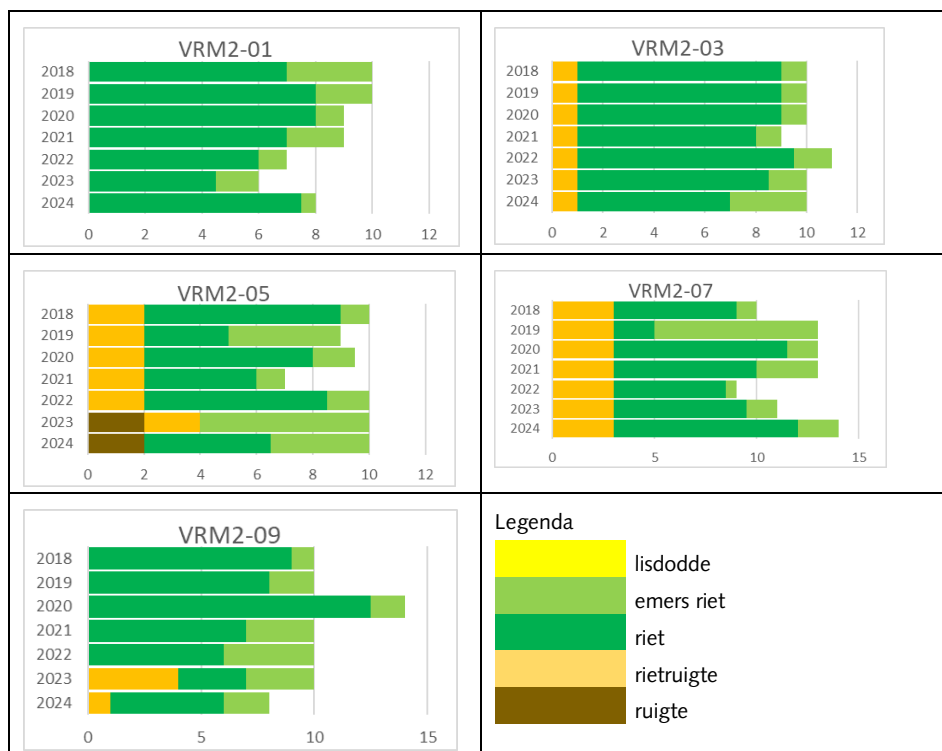
Figuur 5.45. Op locatie VRM2 zijn onder water stoppelvelden (dode rhizoommatten) aanwezig, waar hier en daar nog een dichte pol levend riet uitsteekt. Foto 14-10-2024



Drieland



Figuur 5.46. Luchtfoto's van de locatie voor de jaren 2013, 2018 en 2024, zowel kleur (RGB) als infrarood (CIR)



Figuur 5.47. Ontwikkeling van de zonering op raaien in de rietgordel VRM2 Drieland

Tabel 5.12. Kwaliteitskenmerken van het waterriet op VRM2 Drieland (gemiddelde, min en max)

	Riethoogte (m)	Rietdichtheid (m ⁻²)	Stengeldikte (klasse)
2018	230 (180-300)	45 (5-120)	3,8 (1-7)
2019	280 (200-350)	52 (20-80)	3,6 (1-6)
2020	277 (150-380)	42 (5-120)	2,8 (1-7)
2021	295 (200-400)	46 (5-80)	3,3 (1-7)
2022	280 (240-400)	20 (25-60)	2,5 (1-7)
2023	291 (250-400)	32 (20-60)	2,6 (1-7)
2024	290 (200-350)	49 (40-80)	2,9 (1-7)

5.2.12 VRM8 Oude Zeeweg

De locatie Oude Zeeweg ligt aan de oude-landzijde van het noordelijke, smalle deel van het Veluwemeer. Aan de landzijde grenst het aan grasland, en is een wilgenzoom ontstaan achter het scheidingsraster. Richting het open water is er een brede ruigtezone, die op de waterlijn met een steilrand overgaat in van de rietkraag; de steilrand is door slibophoping niet meer zichtbaar. De rietkraag bestaat uit zeer hoog en dik riet. Aan de open-waterzijde is een pollige structuur aanwezig. Het meest noordelijke deel is vanaf 2020 van een vraatraster voorzien; na 2 jaar was het riet hier al grotendeels voorbij gegroeid.

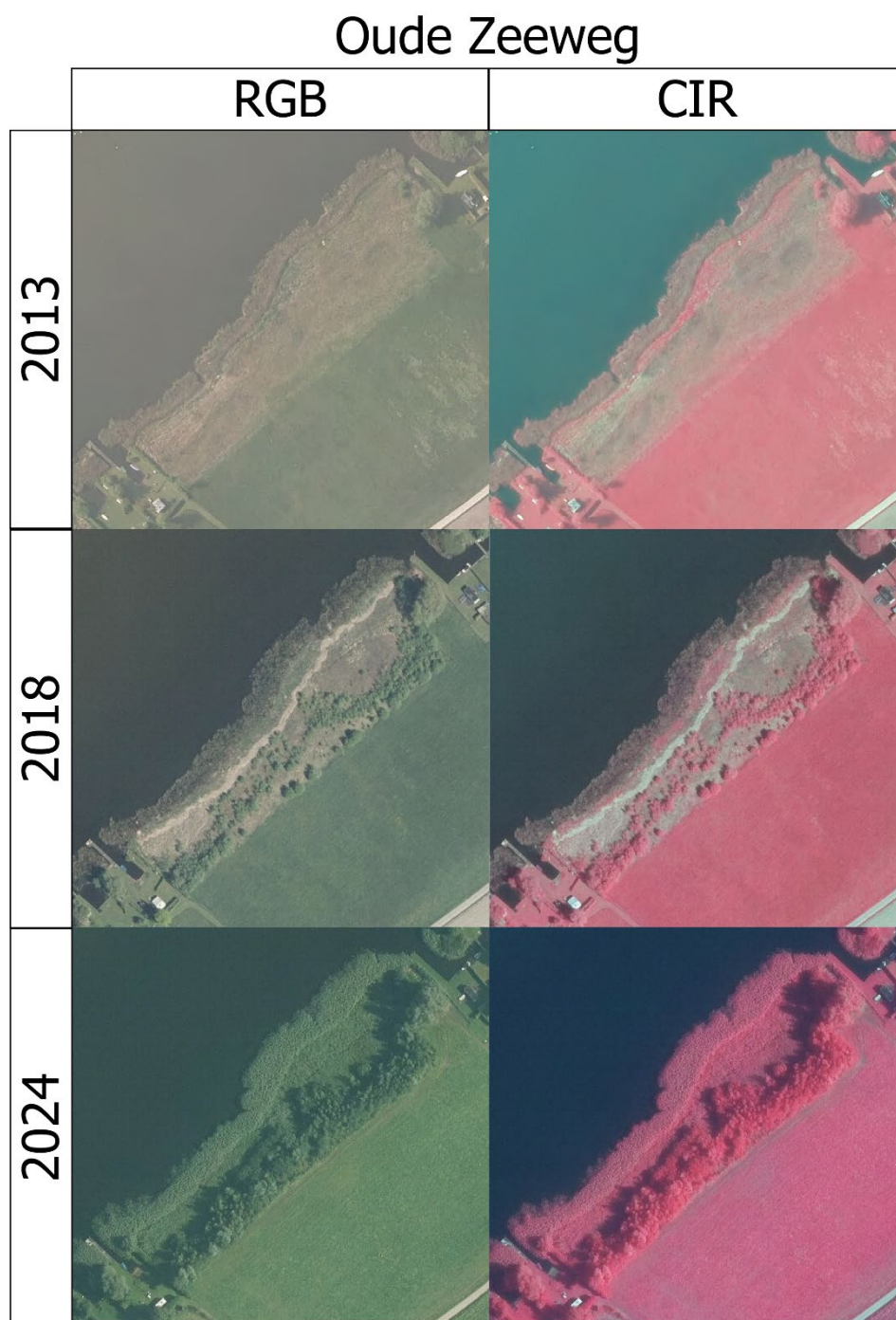
Er is relatief weinig vraat aan de waterrand; wel zijn er op enkele plaatsen stoppelvelden (afgestorven rietpollen) aanwezig.



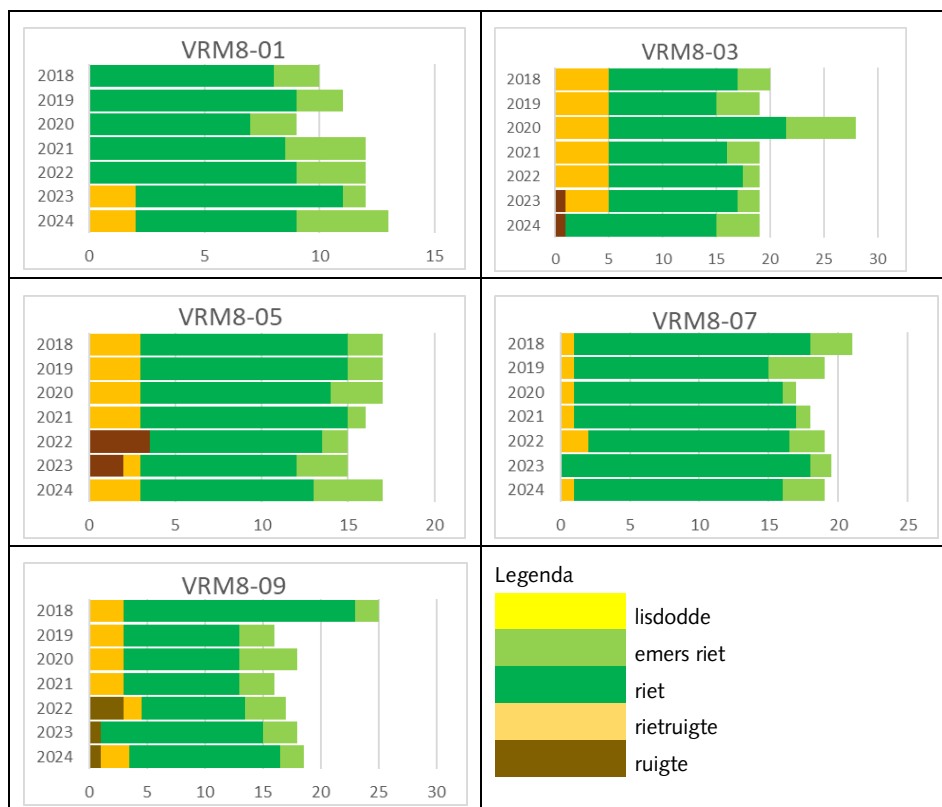
Figuur 5.48. Locatie VRM8 in het IJsselmeergebied



Figuur 5.49. Op de locatie VRM8 groeit riet tot in diep water, er zijn effecten van zomervraat zichtbaar. Foto 26-10-2021



Figuur 5.50. Luchtfoto's van de locatie voor de jaren 2013, 2018 en 2024, zowel kleur (RGB) als infrarood (CIR)



Figuur 5.51. Ontwikkeling van de zonering op raaien in de rietgordel VRM8 Oude Zeeweg

Tabel 5.13. Kwaliteitskenmerken van het waterriet op VRM8 Oude Zeeweg (gemiddelde, min en max)

	Riethoogte (m)	Rietdichtheid (m ²)	Stengeldikte (klasse)
2018	277 (250-320)	52 (20-80)	5,7 (4-7)
2019	316 (260-340)	56 (20-80)	4,0 (1-4)?
2020	355 (340-380)	41 (30-60)	6,8 (5-7)
2021	335 (?-420)	44 (20-60)	5,7 (4-7)
2022	378 (300-400)	47 (20-80)	5,7 (3-7)
2023	361 (250-400)	40 (10-50)	5,6 (2-7)
2024	384 (300-450)	40 (20-60)	6,1 (4-7)

5.3 Conclusies

Uit de verzamelde meetgegevens van rietgordels komt naar voren dat verschillende milieufactoren verantwoordelijk zijn voor de plaats en toestand van rietgordels in het IJsselmeergebied. De statistische relatie tussen de standplaatsfactoren en kenmerken van de rietkraag is echter niet heel erg sterk, zoals ook al uit een uitgevoerde analyse van de meetgegevens is gebleken (zie o.a. Tijink 2024).

Uit de jaarlijkse metingen komt naar voren dat op elke locatie verschillende factoren door elkaar heen lopen die invloed hebben op de rietzonering. Bovendien kunnen factoren op verschillende niveaus worden beschouwd: als bijvoorbeeld gekeken wordt naar het waterpeil, speelt het gemiddelde waterpeil een andere rol dan het optreden van extreem



hoge waterstanden. Het effect van hoge waterstanden is vervolgens weer afhankelijk van de tijd in het jaar, het samengaan met extreme golfbelasting, het type riet en de bodem waarin het riet wortelt. Ook het effect van watervogelvraat is tijd- en plaatsgebonden. Iedere locatie heeft unieke kenmerken die voor de ontwikkeling van rietvegetaties van belang zijn. Daarom geeft het per geval ('case-by-case') beschouwen van de rietontwikkeling inzicht in wat voor het riet onder welke omstandigheden een bepalende invloed heeft. En, terug redenerend, of een bepaalde verandering op één aspect een (deel)verklaring kan vormen voor de huidige toestand van een rietkraag. In Tabel 5.14 is voor de hier beschouwde locaties een beoordeling gemaakt welke factoren per locatie naar verwachting een (sterke) invloed kunnen hebben op de areaal- en kwaliteitsontwikkeling van de rietgordel i.

Wat betreft de directe invloed van de peildynamiek in het IJsselmeergebied kunnen twee belangrijke componenten worden aangegeven: het peilverloop in het najaar en de winter (forse fluctuaties als gevolg van opstuwing en windopzet), en het peilverloop in de nazomer (vroeg of laat, abrupt of geleidelijk dalend). Op het peilverloop in de winter is het peilbesluit nauwelijks van invloed, omdat dit grotendeels buiten de voorjaarsruimte valt. Het effect van waterstandpieken in de najaars- en winterperiode is met name merkbaar in rietgordels die aan de landzijde niet afgekappt worden door verharding (kade of dijkteen) of hoge steilrand. Hierdoor kunnen strooiselzomen landwaarts- of waterwaarts verschuiven.

Het tijdstip van de peildaling in de nazomer en het najaar wordt wel gestuurd door het peilbeheer volgens het peilbesluit. Het effect ervan, in de vorm van uitbreiding van de uitloopzone, is in theorie vooral terug te vinden in rietgordels met een zeer ondiepe vooroever, die bij de beperkte daling van zomer- naar winterpeil de kans hebben om droog te vallen. Uit de meetgegevens blijkt de snelle uitloop van riet in zeer ondiepe of in de loop van de zomer droogvallende oevers in de praktijk weliswaar op te treden, maar dat er geen sterkere rietuitbreiding heeft plaatsgevonden dan voorheen. Kennelijk spelen andere factoren – te denken valt aan de begrazing door watervogels – een overheersende rol.

Rietoevers met een diepe vooroever en grote strijklengte hebben te maken met sterke invloed van wind en golven. Volgroeid riet kan zeer hoge golfbelastingen verdragen, maar golven in combinatie met waterstandsverhoging zorgen voor verplaatsing van sediment, slib en organisch materiaal. Bovendien kunnen stormen in of vlak na het groeiseizoen tot schade aan het staande riet leiden, met name in niet-gesloten rietvegetatie.

Beschutting en beschaduwing door bomen hebben via de temperatuur en lichtinval en luchttemperatuur effect op de rietgroei. De temperatuur bepaalt de start van het uitlopen van rietstengels in het voorjaar, en de hoeveelheid licht dat wordt opgevangen door de bladeren is direct gecorreleerd met de rietgroei in de voorzomer.

Op sommige locaties is sprake van menselijke invloed in de vorm van het beheersregime van het achterland, bijvoorbeeld het maaien van een dijktaalud. Duidelijke (blijvende) invloed van betreding door mensen en vee zijn op geen van de locaties waargenomen, maar zouden ook een rol kunnen spelen.

Op de meeste locaties zijn effecten van watervogelvraat in alle jaren evident. Ganzen, zwanen, en in mindere mate meerkoeten en eenden, hebben vooral effect op de open-waterrand van het riet door het opgraven van ondergrondse rietuitlopers in de winter, en het afgrazen van jonge scheuten en bladeren in het voorjaar en de zomer. Als gevolg hiervan stopt de waterwaartse uitgroei van riet en kunnen rietklonen sterk in vitaliteit achteruitgaan en zelfs gedeeltelijk afsterven. Als afgeleide van de factor vraat zou nog het plaatsen van vraastrasters kunnen worden toegevoegd, die ervoor zorgt dat er géén begrazing meer plaatsvindt en rietuitbreiding weer plaatsvindt.



Uit de uitgevoerde metingen komt duidelijk naar voren dat de factor watervogelvraat verreweg de belangrijkste factor is voor de voor- of achteruitgang van de overgang riet-open water. In de afgelopen 20 jaar is de invloed van watervogelvraat sterk toegenomen vanwege de sterk toegenomen populaties ganzen en zwanen in het IJsselmeergebied.

Tenslotte is verlandingsuccessie een lange-termijfactor die vooral in brede, oude rietzones plaatsvindt. Door steeds meer ophoping van dood organisch materiaal kan de dichtheid van riet achteruitgaan en kunnen ruigtesoorten zich in het riet vestigen. Hierdoor wordt de waterrietzone geleidelijk smaller, tenzij het opschuiven van de riet-ruigte-overgang gecompenseerd wordt door het uitgroeien van het riet naar het open water.

Uit Tabel 5.14 valt af te leiden dat de factor 'peildaling in de nazomer' op enkele van de onderzochte locaties een invloed heeft op de rietontwikkeling, naast andere factoren. Het gaat hierbij om maar drie van de locaties, namelijk de locaties waar de uitloopzone van de rietzoom een zeer ondiep en flauw aflopende vooroever kent, waardoor een peildaling kan resulteren in droogvallen of zeer ondiep worden van de vooroever. Op deze locaties werken echter ook andere factoren in op de rietontwikkeling, zoals sterke vraat door watervogels. Hierdoor is het onmogelijk om aan te geven wat het aandeel is van de gestuurde peildaling in de veranderingen in de rietgordel.

Tabel 5.14. Factoren die een duidelijke rol spelen in de rietontwikkeling zowel wat betreft areaal als kwaliteit per locatie (zie tekst voor toelichting). We gebruiken geen, één en twee stippen om de mate van invloed van de factoren aan te duiden. Geen stip betekent dat dit nauwelijks invloed heeft, één stip dat de factor enigszins een rol heeft en twee stippen dat het de factor een sterk bepalende rol heeft

	Peildaling nazomer	Extreem peil winter	Golven, storm	Licht, temp.	Menselijke invloed	Watervogel vraat	Verlanding, successie
YSM1			•		•	••	
YSM10							•
MM4			•	•	•	••	•
MM11				•	•	••	
ZRM102			•		•	•	
ZRM7	•	•		•		••	•
KET9		•	•	•		••	
KET12	•	•	•			•	
ZM1			•			••	•
ZM5	•	•				••	•
VRM2 (referentie- locatie)		•			•	••	
VRM8 (referentie- locatie)						••	•



6 Conclusies en discussie

Het doel van de eindevaluatie van het project Operationalisering Flexibel Peilbeheer is antwoord geven op de in de opdracht geformuleerde: 'Wat is het effect op het areaal aan, en de kwaliteit van de rietoevers van het natuurlijkere peilverloop als gevolg van het Peilbesluit?' (Tauw, 2017). Voor het beantwoorden van de vraag is de in dit rapport weergegeven methodiek opgezet, data ingewonnen en verwerkt en is de analyse uitgevoerd.

6.1 Conclusies

1. Door het meetnet van rietoevers met jaarlijkse metingen van rietareaal en – kwaliteitskenmerken, is een uitgebreid beeld verkregen van de toestand en ontwikkeling van rietoevers in het IJsselmeergebied.
2. Allerlei milieufactoren zijn van invloed op de ontwikkeling van rietareaal en –kwaliteit. Door de grote regionale variatie aan milieu-omstandigheden in oeverzones is de rol van peilgebonden milieucondities niet overal hetzelfde. De directe en indirecte invloed van het waterstandsverloop kan daardoor per locatie verschillen.
3. Vraat door watervogels is op de meeste locaties de belangrijkste factor op de overgang tussen rietvegetatie en open water.
4. Het waterstandsverloop heeft invloed op de verruiging en verlanding van rietgordels vanaf de landzijde. De belangrijkste component hiervan is het al of niet optreden van extreme waterstanden, die buiten de reikwijdte van het peilbesluit vallen.
5. Er zijn geen aanwijzingen gevonden dat veranderingen in het peilverloop als gevolg van het nieuwe peilbesluit in het algemeen geleid hebben tot meetbare versterkte groei of achteruitgang van rietkragen. Op locaties met een zeer ondiepe vooroever wordt op langere termijn wel een positief effect verwacht van het vervroegd uitzakken van de waterstand in de zomer.
6. De algemene conclusie uit de rietmonitoring is dat het peilbesluit in de evaluatieperiode geen meetbaar negatief of positief effect heeft gehad op het areaal en de kwaliteit van rietoevers.

6.2 Discussie

Deze discussie gaat achtereenvolgens in op de geformuleerde vraagstelling, de methodiek die is toegepast om de vragen te beantwoorden, de gegevens die het heeft opgeleverd, en de antwoorden die hiermee gegeven kunnen worden op de vragen. Over deze aspecten is, mede door de lange duur van het onderzoek, veel kennis opgedaan en zijn nieuwe inzichten verworven over rietoevers en de invloed van het peilregime daarop. Ook wordt geprobeerd aan te geven hoe we tot de conclusies gekomen zijn die het onderzoek uiteindelijk heeft opgeleverd.

6.2.1 Vraagstelling

De vraagstelling van dit rapport heeft betrekking op het rietareaal en de kwaliteit van riet in de oevers van het IJsselmeergebied. Deze kenmerken van rietoevers dienden een nadere uitwerking te krijgen om het onderzoek te kunnen uitvoeren. Daarbij speelt in de eerste plaats de vraag om een uitwerking van deze kenmerken die zowel recht doet aan



verschillende interpretaties die eraan gegeven kunnen worden, als aan de mogelijkheden om ze eenduidig te kunnen monitoren.

Voor het areaal riet in oevers ligt het voor de hand om deze te betrekken op de waterrietzone (conform de KRW-omschrijving, zie Bijkerk 2014.). Echter, daarmee komt meteen de vraag naar voren waar de grenzen van deze zone liggen en hoe dit in het veld en op luchtfoto's te bepalen is. De keuze die gemaakt is om het areaal te richten op de vegetatiekundige definitie van de waterrietzone, dat wil zeggen de zone waarin riet of een andere helofytensoort monodominant is. Het probleem dat hiermee wordt ingebracht is dat deze grenzen daarmee wel goed in het veld zijn vast te stellen, maar niet op luchtfoto's.

Rietkwaliteit is nog moeilijker te definiëren, omdat het afhankelijk is van de vraag, wel aspect van 'kwaliteit' hiermee bedoeld wordt. De kwaliteit van riet kan gedefinieerd worden in de zin van vitaliteit, groeisnelheid of piekbiomassa, het biogeochemisch functioneren, of de habitatwaarde voor bepaalde (groepen van) organismen, of wellicht nog op basis van een andere betekenis die riet heeft voor het waterbeheer. In dit project is in eerste instantie gekozen voor het in het veld vastleggen van fysieke groeikenmerken van het riet (hoogte, dikte, dichtheid van rietstengels). In tweede instantie is de habitatkwaliteit voor twee beleidsmatig belangrijke moerasvogelsoorten (Grote Karekiet en Roerdomp) hieraan toegevoegd.

6.2.2 *Methodiek*

De gekozen methodiek bestaat uit het monitoren van de rietontwikkeling en het uitvoeren van analyses op de ingewonnen gegevens.

In de monitoringstrategie stond het meten van een groot aantal locaties, verspreid over het IJsselmeergebied, centraal. De locatiekeuze was grotendeels gebaseerd op het MWTL-oevermeetnet uit 2013-2014, maar er zijn locaties afgefallen en toegevoegd, gebaseerd op de toestand tijdens de nulmeting in 2018. Gedurende het verloop van het project is steeds geëvalueerd of locaties nog steeds voldeden om gemeten te worden. Kijkend naar de resultaten is de inschatting dat de selectie van locaties voldoende is gebleken om de evaluatie te kunnen uitvoeren. De vraag die altijd gesteld zou kunnen worden is of niet meer of andere locaties gemonitord zouden moeten worden. Ons inziens zou dat niet geleid hebben tot wezenlijk andere resultaten.

Voor het monitoren is gebruik gemaakt van zowel veldmetingen als luchtfoto's (die achteraf werden verkregen). Zoals bij de beschrijving van de gebruikte methoden is aangegeven zitten er beperkingen aan veldmetingen:

- › Veldmetingen zijn altijd maar op één punt, iets verderop kan het er in principe anders uit zien.
- › Bij de GPS-bepaling in het veld heb je te maken met een bepaalde onnauwkeurigheid van de meting.
- › Bij zowel veldmetingen als luchtfoto's is er één monitoringsmoment per jaar, waardoor ook specifieke gebeurtenissen rond die tijd effect kunnen hebben op de meting of de luchtfoto. Denk bijvoorbeeld aan een storm.

In hoofdstuk 2 beschreven we dat voor het uitvoeren van trendanalyse luchtfoto's minder betrouwbaar zijn dan veldmetingen. In meer detail zijn we de volgende beperkingen tegengekomen bij het gebruik van de luchtfoto's in dit monitoringsproject:

- › De luchtfoto's zijn door de jaren heen van verschillende kwaliteit en de automatische gebiedsherkenning is erg afhankelijk van de wijze waarop getraind kan worden, waardoor bij vergelijkingen over meerdere jaren er rekening gehouden moet worden met – soms aanzienlijke – afwijkingen.



- › Bij het combineren van veldmetingen met luchtfoto's zijn de tijdstippen verschillend en leveren dus ook een ander beeld op. Menselijke interpretatie is daarbij op dit moment nog belangrijk om de juiste keuzes te maken.
- › Bij zowel veldmetingen als luchtfoto's is er één monitoringsmoment per jaar, waardoor ook specifieke gebeurtenissen rond die tijd effect kunnen hebben op de meting of de luchtfoto. Denk bijvoorbeeld aan een storm.

Door deze aandachtspunten bleek het in de praktijk niet haalbaar om het algoritme met terugwerkende kracht in te zetten voor trendanalyse voor het areaal. Daarom hebben we gekozen om hiervoor alleen de uit de veldmeting verkregen data hiervoor te gebruiken.

De doorontwikkeling van het algoritme gedurende het project heeft er wel toe geleid dat de luchtfotoclassificatie voor het jaar waarop getraind is steeds betrouwbaarder is geworden. In het bijzonder voor de herkenning van de grens tussen water en riet. De luchtfotoclassificatie is daarom met vertrouwen ingezet in het berekenen van de HGI voor de Roerdomp voor de jaren 2023 en 2024.

Daarnaast hebben we de luchtfoto's in kunnen zetten als goede ondersteuning bij de interpretatie en controle van de veldmetingen door automatisch tegenstrijdigheden in luchtfoto-classificatie en veldmetingen te ontdekken en deze handmatig na te lopen. Hierdoor hebben we fouten in de veldmetingen opgespoord en is de kwaliteit van de data verbeterd. Voor meer informatie over de lessen die geleerd zijn rond het gebruik van luchtfoto's verwijzen we door naar Bijlage IV.

Tot slot is het goed om nog in te gaan op de indicatoren voor de rietkwaliteit. We hebben gekozen om de rietkenmerken hoogte, dichtheid en stengeldikte te monitoren om een beeld te krijgen van de kwaliteit. Deze kenmerken bepalen niet direct of de kwaliteit van riet goed of slecht is, maar kunnen wel gemonitord worden om te zien hoe riet zich ontwikkelt. Een andere manier om de kwaliteit van het riet te beschrijven is het beoordelen van de geschiktheid van het riet voor de vogelsoorten. In dit project is gekozen voor de doelsoorten Roerdomp en Grote Karekiet. De geschiktheid van het riet wordt beschreven door Habitatsgeschiktheidsindex waarin eisen die deze soorten aan hun habitat stellen worden teruggebracht tot een getal dat aangeeft in welke mate het riet hieraan voldoet. Belangrijk is te benoemen dat hierbij alleen wordt gekeken naar of de habitatstructuur voldoet aan de eisen die deze soorten stellen; er wordt geen voorspelling gedaan over het al of niet daadwerkelijk voorkomen van de soorten.

6.2.3 Analyse

Ten behoeve van de analyse zijn de meetreeksen, die in eerdere duidingsrapporten zijn gepresenteerd, aangevuld. De meetreeksen zijn vooral op het niveau van waterlichamen beschouwd. Hieruit kan een beeld worden verkregen van de variatie en mogelijke trends in de meetdata over de jaren 2018-2024. De uitgevoerde analyses zijn vooral op het vergelijken van gemiddelde waardes gericht. Bij een diepergaande analyse zouden gegevens op raainiveau kunnen worden beschouwd, waardoor de locatiespecifieke variatie in het riet ook tot uitdrukking zou kunnen komen. De toegepaste methode van gegevensinwinning levert echter naar ons inzicht onvoldoende nauwkeurigheid om aan te nemen dat zo'n detaillering een verbetering zou opleveren. s. Er is daarom bewust gekozen om te werken met gemiddelden waarmee eventuele meeton nauwkeurigheden worden weggemiddeld.

Voor de verdieping van de beschrijvende analyse zijn hierop twee vervolgstappen gezet waarmee de bijdrage van de peilbesluit-component nader kon worden onderzocht. Allereerst is een BACI (Before-After-Control-Impact) analyse uitgevoerd op een deel van de locaties, en met behulp van meetgegevens die in 2013-2014 op exact dezelfde raaien en



locaties zijn ingewonnen. Hierdoor is er een controle in de tijd: de ontwikkeling van rietkragen in de periode vóór het ingaan van het peilbesluit (2013-2018) versus in de periode erna (2018-2024). Ook is er een controle in de ruimte: de waterlichamen waar het peilbesluit van toepassing is (IJsselmeer, Ketelmeer-Vossemeer, Zwarte Meer, Markermeer en Randmeren-Zuid) versus het waterlichaam waar dit niet het geval is (Randmeren-Oost). Hierdoor kan bepaald worden of er verschillen zijn opgetreden in de rietontwikkeling in de tijdperiode vóór en vanaf het peilbesluit, en binnen en buiten het gebied waarin het peilbesluit vanaf 2019 is geïmplementeerd.

Omdat het gaandeweg het OFP-traject steeds duidelijker is geworden dat rietontwikkeling heel erg locatiespecifiek is, zijn daarnaast 12 meetlocaties geselecteerd als case-studies. Deze case-by-case benadering is bedoeld om meer inzicht te geven in hoe de ontwikkeling van riet verloopt en beter te duiden welke factoren daar invloed op kunnen hebben. Veel hiervan is gebaseerd op expert judgement, wat als voordeel heeft dat de gegevens geïnterpreteerd zijn door een deskundige, maar als nadeel dat het dus ook afhangt van die interpretatie.

De gekozen methoden voor de beantwoording van de evaluatievraag zijn sterk beschrijvend van aard. We hebben beschreven hoe het riet zich ontwikkeld heeft gedurende de monitoringsperiode. Een alternatief is om een uitgebreide statistische analyse te doen of een modelmatige aanpak, waarin een model voor de rietontwikkeling wordt opgezet en getoetst. Deze alternatieve aanpakken zouden meer onderbouwing en inzicht kunnen geven in de variatie van de ontwikkeling door de jaren heen (statistische aanpak) en de wijze waarop bepaalde factoren effect hebben op de ontwikkeling (modelmatige aanpak). De 'beschrijvende' aanpak heeft als voordeel dat het dicht bij de werkelijkheid, de gemeten gegevens, blijft en toegankelijk is voor een groter publiek.

Het is gezien de complexe invloed van omgevingsfactoren niet mogelijk om de rietontwikkeling één-op-één te koppelen aan veranderingen in het peilverloop ten gevolge van het nieuwe Peilbesluit. Daarom hebben wij ons beperkt tot het onderzoeken van de verschillen in ontwikkeling voor en na het nieuwe Peilbesluit. Op basis van de bevindingen uit de verschillende analysestappen, en ondersteund met expert judgement, hebben we aangegeven in hoeverre het aannemelijk is dat het nieuwe Peilbesluit invloed heeft gehad.

6.3 Aanbevelingen

De aanbevelingen richten zich op bevindingen en geleerde lessen die voortvloeien uit het onderzoek en meegenomen moeten worden in een mogelijk vervolgonderzoek om tot een beter resultaat te komen. Eénzelfde indeling als in de discussie is aangehouden om stapsgewijs de geleerde lessen om te vertalen naar aanbevelingen. Er wordt ingegaan op de manier waarop het doel en de vraagstelling geformuleerd zijn, de gehanteerde methode en verbeteringen daaraan en de wijze waarop de resultaten geanalyseerd kunnen worden.

6.3.1 Vraagstelling

De vraagstelling aan het begin van het project bleek al snel scherper gedefinieerd te moeten worden. Denk hierbij aan wat gezien wordt als rietkwaliteit en dan met name wat als een positieve ontwikkeling en wat als een negatieve ontwikkeling wordt gezien. Ook is veel aan bod gekomen in hoeverre het effect van het OFP onderzocht wordt of het effect van bepaalde waterpeilen (mogelijk veroorzaakt door het OFP) op de rietontwikkeling. De toevoeging gedurende het project van de habitatkwaliteit in de vorm van HGI's had mogelijk ook op voorhand aangegeven kunnen worden waardoor de monitoring daar nog beter op kon aansluiten. Tot slot is de vraagstelling de eerste jaren uitgewerkt ten opzichte van één enkele nulmeting in 2018, waardoor we bij het eind van het project moesten



concluderen dat het beter is om twee langere perioden met elkaar te vergelijken in plaats van een periode met slecht één jaar als nulmeting.

In een nieuw monitoringsonderzoek is het aan te bevelen om de vraagstelling scherper uit te werken, zodat de monitoring beter kan aansluiten op de vraag. Als het een vergelijkingsstudie betreft is het aan te raden om altijd periodes te vergelijken en niet één specifiek jaar, omdat het geheel aan effecten zo complex is dat dit niet te baseren is op een beperkte vergelijking.

6.3.2 *Methode*

Voor het monitoren van de rietontwikkeling is een combinatie van veldmetingen en luchtfotoclassificatie gebruikt om tot het effect op het areaal en de kwaliteit van het riet te meten.

Veldmetingen

De veldmetingen zijn gedurende de meetperiode essentieel gebleken en staan aan de basis van de meeste analyses. Ondanks de vooruitgang in techniek bij de luchtfoto-classificatie zijn de veldmetingen het meest betrouwbaar en consistent gebleken. Voor het monitoren van de ontwikkeling van het riet blijft het jaarlijks uitvoeren van de veldmetingen nodig. Echter zijn er wel verbeteringen mogelijk met betrekking tot de uitvoering en notatie van de veldmetingen.

Gedurende de monitoringsperiode is om verschillende redenen het aantal meetlocaties verminderd. Dit heeft verschillende oorzaken, zoals een verstoring door werkzaamheden, het plaatsen van een vraastraster of deze niet goed meer bereikbaar is. Ook is gebleken dat bij de niet-jaarlijks bemeten locaties het minder goed mogelijk is om te bepalen of een verandering een trend of toeval is. Voor een volgende meet periode is daarom belangrijk om een select aantal locaties ieder jaar te meten.

Door de jaren heen is een dataset opgebouwd van rieteigenschappen. Alhoewel er grote stappen zijn gezet in standaardiseren van de meetgegevens is het verstandig om voor een nieuwe meetperiode begint afspraken te maken over de notatie, en structuur van het databestand. In Bijlage VI is dit verder uitgewerkt.

Voor het veldwerk is gebleken dat de nauwkeurigheid van de GPS van groot belang is en het is aan te bevelen om voor een vervolgtraject te kijken of nieuwere GPS-apparaten een nog hogere nauwkeurigheid kunnen leveren.

Luchtfoto's

De luchtfoto's zijn vanaf het begin gebruikt met het doel het areaal van het riet te bepalen. Alhoewel het gebruik van de luchtfoto's voor het bepalen en vergelijken van het rietareaal lastig blijft, is het toch verstandig om de luchtfoto's te blijven gebruiken.

De luchtfoto's zijn succesvol te gebruiken bij het controleren van de ruimtelijke positie van de veldmetingen en hebben hier een ondersteunende werking. Deze controle zorgt ervoor dat de kwaliteit van de veldmetingen sterk vooruitgaat en daarmee de betrouwbaarheid van de analyse.

We bevelen ook aan om door te gaan met de luchtfotoclassificatie door of de huidige methode voor te zetten, dan wel andere machine learning algoritmen te gebruiken voor het classificeren van de verschillende types landoppervlak. Met name omdat de kwaliteit van de (veld)data beter wordt, de kwaliteit van externe data (AHN, bgt-waterdeel, etc.) en de kwaliteit van de machine learning technieken verbetert. Zeker Machine Learning heeft het de afgelopen jaren een vlucht genomen waar in dit project nog niet gebruik is van gemaakt. We hebben er vertrouwen in dat op de lange termijn deze aanpak kan lonen,



zeker als geïnvesteerd wordt in onderzoek en ontwikkeling van een algoritme dat aansluit bij het gewenste doel.

Naast het gebruik veldmetingen en luchtfoto's zijn er andere type meetmethoden die een analyse van het gewenste doel kunnen verbeteren. Hierbij noemen we in het specifiek het gebruik van UAV (drone). Drones kunnen gebruikt worden om over kleine (de grootte van een meetlocatie) oppervlaktes een gedetailleerd beeld te geven van het hoogtemodel en een orthofotomozaïek te maken (zoals de RGB en CIR luchtfoto's van het kadaster). Met behulp van zulke gedetailleerde informatie kan een veel betere inschatting gemaakt worden van het areaal. Ook kan het een beter beeld geven van de hoogte, dikte en dichtheid van het riet. Het nadeel is dat er extra kosten bij komen kijken voor de aanschaf/gebruik van een drone en de ontwikkeling van nieuwe algoritmes die deze dronebeelden verwerken. Het is dus alleen aan te raden wanneer er een nieuwe meetperiode wordt ingesteld en er een er een grotere focus ligt op het rietareaal.

6.3.3 Analyse

Veldmetingen

Als de kwaliteit van de data verbetert, wordt het zeker de moeite waard om de analyses meer te richten op de raaien in plaats van op het gebruik van gemiddelden. Het onderzoeken van raaien biedt de mogelijkheid om een gedetailleerder inzicht te krijgen in de specifieke spreiding en variatie binnen een bepaald gebied. Dit zou helpen om niet alleen de algemene trends te begrijpen, maar ook de nuances en afwijkingen die mogelijk over het hoofd worden gezien wanneer men enkel naar gemiddelden kijkt. Het zou een veel vollediger beeld opleveren van de situatie en de dynamiek binnen het gebied, wat uiteindelijk kan bijdragen aan nog meer inzicht.

Luchtfoto's

De resultaten van luchtfoto's zijn vooral geanalyseerd op het vermogen van het classificatie algoritme om een type landgebruik uit de veldmetingen juist te classificeren. Hierbij is al duidelijk geworden dat door GPS fouten en verschil in opname tijd ervoor kunnen zorgen dat iets wat riet is in veldmetingen, water kan zijn op een luchtfoto.

Voor verdere analyse zou het goed zijn dat er gekeken wordt of bepaalde trends uit de veldmetingen gereproduceerd kunnen worden. Bijvoorbeeld of bij het bepalen van zonelengtes en het areaal van het riet. Als uit de veldmetingen blijkt dat de gemiddelde zonebreedte op een locatie stijgt, kunnen we dat resultaat dan ook produceren met de luchtfoto classificatie. Hierdoor kan de betrouwbaarheid van de methode getoetst worden. Wanneer deze in lijn ligt met de veldmetingen dan is kunnen de resultaten van de luchtfotoclassificatie met meer zekerheid gebruikt worden in de analyse van de rietkwaliteit.

HGI's

De Habitatgeschiktheidsindices van de Grote Karekiet en de Roerdomp geven in één getal inzicht in de verandering van de kwaliteit het riet over de jaren heen. Dit geeft voor de neutrale lezer een duidelijk beeld. Echter is een HGI een afgeleide van de daadwerkelijke verandering in de rietkwaliteit. Daarnaast zit er naast de onzekerheid in de metingen en de gebruikte methodes ook onzekerheid in het berekenen van de HGI zelf. Als er veel waarde wordt gehecht aan de HGI is het aan te bevelen deze methode verder uit te werken, met name in de toepasbaarheid. In hoeverre is de HGI een geschikte voorspeller voor het daadwerkelijk aantreffen van de doelsoorten.



6.4 Advies carrousel

Op 8 mei 2025 zijn de conclusies van dit rapport besproken als onderdeel van een bijeenkomst met de titel “Carrousel OFP”. De bespreking van dit rapport vond plaats in een werkgroep, waar genodigden vanuit Rijkswaterstaat aanwezig waren en Nelen & Schuurmans en Scirpus. In totaal waren er bij de bespreking van het thema Natuur, waar dit rapport onder valt, zeven personen aanwezig.

De algemene indruk van de groep is dat de eindevaluatie rietmonitoring waardevol is. Het onderzoek en de conclusie zijn niet alleen voor OFP interessant, maar ook van belang voor Natura 2000-opgaven. Het geeft veel inzicht en is een mooie databron. Er is één aspect belicht (flexibel peil), maar er spelen veel meer factoren die meer invloed hebben, waardoor het effect OFP op rietontwikkeling niet duidelijk te benoemen is.

Met dat het resultaat positief ontvangen wordt, is een gesprekspunt in de groep of het vervolgen van de monitoring zinvol en gewenst is. De huidige monitoring gebeurt door inspectie voor beheer, maar heeft een ander detailniveau. Daar wordt gekeken naar de staat van het riet (vraat/verlanding e.d.), maar geen detailmonitoring. Om te bepalen of het detailniveau van het OFP, waar ook hoogte, dikte en andere parameters worden gemeten, noodzakelijk is voor monitoring, is het belangrijk om scherper te formuleren welke vraag er beantwoord moet worden.

Een reden die genoemd wordt om de metingen voort te zetten is dat het meetnet een algemeen beeld geeft van het hele gebied en het de mogelijkheid biedt om een vinger aan de pols te houden. Een voorstel is om bijvoorbeeld eens in de 3 jaar alle rietvegetaties monitoren. De gegevens die alleen via B&O-monitoring worden opgehaald zijn namelijk niet voldoende voor Natura 2000. Daarvoor is namelijk een beeld van de leefgebieden van vogels nodig in verband met de Natura 2000-doelen. Om meer inzicht te krijgen in de leefgebieden is de aanbeveling om bij eventuele vervolgmonitoring de habitatgeschiktheid ook mee te nemen. In rapportage in dit rapport is een versimpelde vorm gebruikt, maar het model kan verbreed en betrouwbaarder worden gemaakt. Daarvoor heb je meer informatie nodig, zoals voedselbeschikbaarheid. De informatie van het rietland vanuit de huidige monitoring is al wel voldoende meegenomen om de habitatgeschiktheid op te baseren.

Vanuit de groep wordt als advies gegeven om te kijken of de tellingen van vogelsoorten gecombineerd kunnen worden met de habitatgeschiktheidsindex. Dit zou tot meer inzicht kunnen leiden. Bijvoorbeeld bij de Zuidelijke randmeren. Deze zijn geschikt voor de grote karekiet blijkt uit de habitatgeschiktheidsindex, maar ze zitten er niet blijkt uit de tellingen. Vanuit deze observatie kan verder worden gezocht naar de reden waarom dit zo is.

De afsluitende conclusie en het advies van de carrousel-werkgroep aan DGWB is dat specifieke monitoring in het kader van OFP niet langer noodzakelijk is. Wel is er, met het oog op inzicht in rietontwikkeling en het leefgebied van vogelsoorten (onder andere voor Natura 2000), de wens om het meetnet voort te zetten en periodiek informatie over het riet te blijven verzamelen. Om dit concreet vorm te geven is het belangrijk om de vraagstelling scherper te definiëren in overleg met het district, Natura 2000 en terreinbeheerders.



7 Referenties

Bijkerk, R. (red) (2014) Handboek Hydrobiologie. Biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren. Rapport 2014 - 02, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Amersfoort.

Hut, R. M. G. van der, (2001) Terreinkeus van de Roerdomp in Nederlandse moerasgebieden. Rapport Bureau Waardenburg, in opdracht van Vogelbescherming Nederland.

Nelen & Schuurmans en Scirpus Ecologisch Advies (2022) Monitoring Rietoevers. Grote duiding 2018-2021.

Nelen & Schuurmans en Scirpus Ecologisch Advies (2024) Monitoring Rietoevers. Grote duiding 2018-2023.

Scirpus Ecologisch Advies (2014) Rietmetingen IJsselmeergebied. Rapport in opdracht van Rijkswaterstaat.

Scirpus Ecologisch Advies (2019) Operationalisering Flexibel Peilbeheer IJsselmeergebied. Datarapport monitoring Rietoevers IJsselmeergebied.

Sweco Nederland B.V. (2017a) Passende beoordeling Peilbesluit IJsselmeergebied.

Sweco Nederland B.V. (2017b) Milieu Effect Rapportage Peilbesluit IJsselmeergebied. Rapport in opdracht van Rijkswaterstaat.

Tauw B.V. (2017) Evaluatie- en monitoringsplan Peilbesluit en Flexibel Peilbeheer IJsselmeergebied,

Tijink, S. (2024) Riet in het IJsselmeergebied: De invloed van de waterdynamiek standplaatsfactoren en organisch stof in de bodem op de rietkwantiteit en -kwaliteit. Stageverslag Radboud Universiteit.

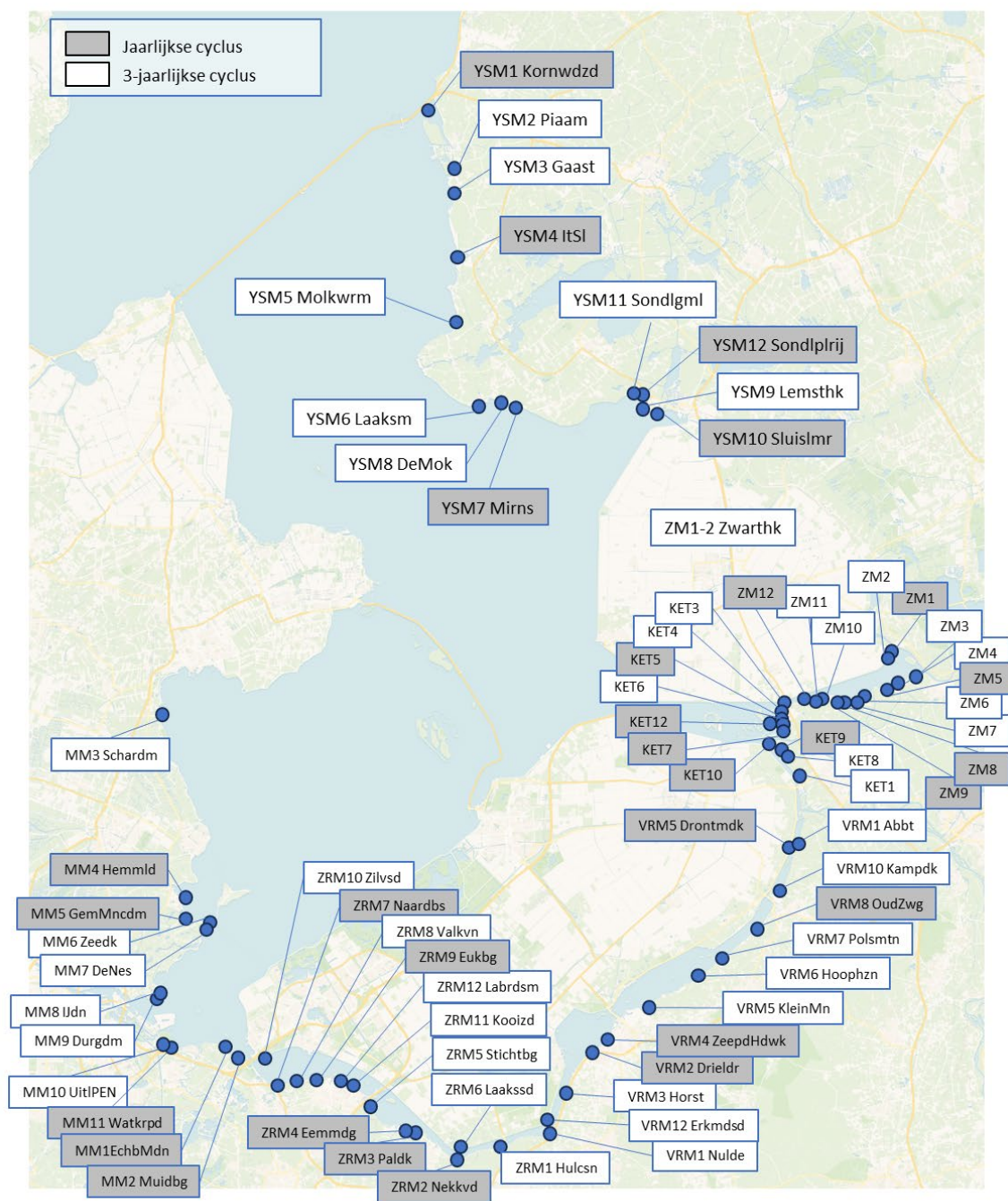
Underwood, A.J. (1992) Beyond BACI: the detection of environmental impacts on populations in the real, but variable, world. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 161: 145-178.

Vogelbescherming Nederland, 2015 Actieplan bedreigde vogels.



I. Monitoringlocaties in het OFP-meetnet

De monitoringslocatie in het OFP-meetnet staan hieronder weergegeven op de kaart. In de Tabel op de volgende pagina's is in meer detail uitgewerkt om welke locaties het gaat in en in welke jaren deze bemeten zijn.





IJsselmeer		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Kornwerderzand	YSM1	x	x	x	x	x	x	x
Piaam	YSM2	x			x			x
Gaast	YSM3	x	x			x		
It Soal	YSM4	x	x	x	x	x	x	x
Molkwerum	YSM5	x		x			x	
Laaksum	YSM6	x			x			x
Mirns	YSM7	x	x	x	x	x	x	x
De Mok	YSM8	x	x			x		
Lemsterhoek	YSM9	x		x			x	x
Sluis Lemmer	YSM10	x	x	x	x	x	x	x
Sondel Gemaal	YSM11	x			x			x
Sondel Palenrij	YSM12	x	x	x	x	x	x	x
Markermeer			2019	2020	2021	2022	2023	2024
Echobos Muiden	MM1	x	x	x	x	x	x	x
Muiderberg	MM2	x	x	x	x	x	x	x
Schardam	MM3	x	vervallen (1)					
Hemmeland	MM4	x	x	x	x	x	x	x
Gemaal Monnickendam	MM5	x	x	x	x	x	x	x
Zeedijk	MM6	x	vervallen (2)					
De Nes	MM7	x	vervallen (3)					
IJdoorn	MM8	x	x			x		
Durgerdam	MM9	x	vervallen (4)					
Uitlaatkanaal PEN	MM10	x			x	vervallen		
Waterkeringpad	MM11	x	x	x	x	x	x	x
Zuidelijke Randmeren			2019	2020	2021	2022	2023	2024
Hulckestein	ZRM1	x			x			x
Nekkeveld	ZRM2	x	x	x	x	x	x	x
Palendijk	ZRM3	x	x	x		x	x	x
Eemmondig-oost	ZRM4	x	x	x	x	x	x	x
Stichtse brug	ZRM5	x		x	vervallen (5)			
Laakse Strand	ZRM6	x	x	vervallen (6)				
Naarderbos	ZRM7	x	x	x	x	x	x	x
Valkeveen	ZRM8	x			x			x
Eukenberg	ZRM9	x	x	x	x	x	x	x
Zilverstrand	ZRM10	x	x			x		x
Kooizand	ZRM11	x		x			x	x
Labradorstroom	ZRM12	x			x			x
Ketelmeer/ Vossemeer			2019	2020	2021	2022	2023	2024
Kardoezen-zuid	KET1	x			x	vervallen (7)		
Ramspol	KET 2	x		x	vervallen (8)			
Rechterveld-N1	KET 3	x	x			x		
Rechterveld-N2	KET 4	x			x			x
Rechterveld-M1	KET 5	x	x	x	x	x	x	x
Rechterveld-M2	KET 6	x		x			x	x
Rechterveld-Z	KET 7	x	x	x	x	x	x	x
Kardoezen-noord	KET 8	x	x	vervallen (9)				
Oliebollen	KET 9	x	x	x	x	x	x	x
Strekdam IJssel	KET 10	x	x	x	x	x	x	x
Keteleiland	KET 11	x			x			x
Schokkerplaat	KET 12	x	x	x	x	x	x	x
Zwarte Meer			2019	2020	2021	2022	2023	2024
Zwarte Hoek 1	ZM1	x	x	x	x	x	x	x



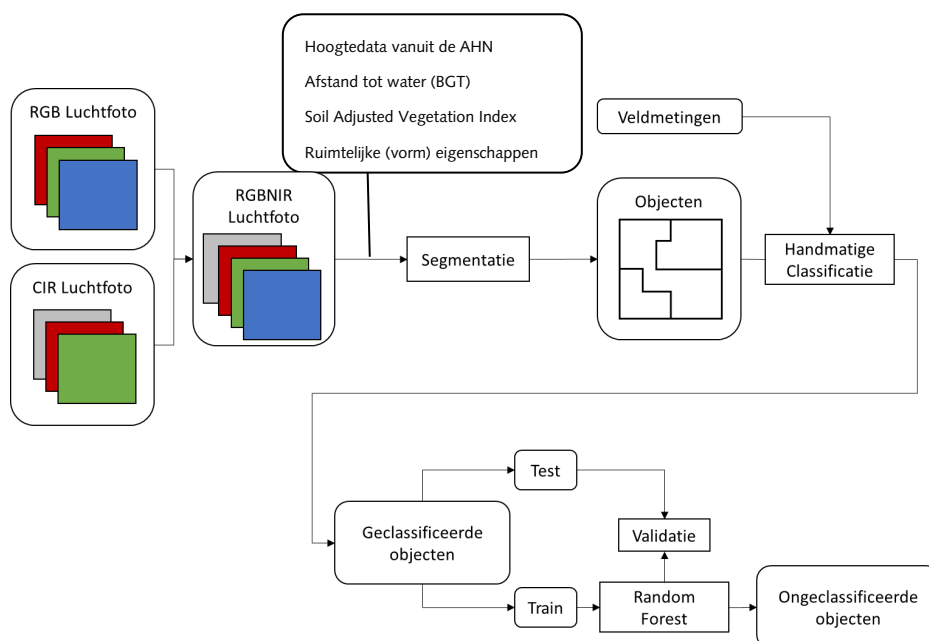
Zwarte Hoek 2	ZM2	x			x	vervallen (10)		
Genemuiden	ZM3	x		x			x	
Venegoot-oost	ZM4	x	x			x		
Venegoot-west	ZM5	x	x	x	x	x	x	x
Ganzendiep 1	ZM6	x			x			x
Ganzendiep 2	ZM7	x		x		x		
Ganzendiep 3	ZM8	x	x	x	x	x	x	x
Ganzendiep 4	ZM9	x	x	x	x	x	x	x
Ramsgeul 1	ZM10	x	x			x		
Ramsgeul 2	ZM11	x			x			x
Strekdam Ramsgeul	ZM12	x	x	x	x	x	x	x
Veluwerandmeren			2019	2020	2021	2022	2023	2024
Nulde	VRM1	x	x	vervallen (11)				
Drielander	VRM2	x	x	x	x	x	x	x
Horst	VRM3	x			x			x
Zeepad Harderwijk	VRM4	x	x	x	x	x	x	x
Kleine Mheen	VRM5	x		x			x	
Hoophuizen	VRM6	x	x			x		
Polsmaten	VRM7	x			x			x
Oude Zeeweg	VRM8	x	x	x	x	x	x	x
Drontermeerdijk	VRM9	x	x	x	x	x	x	x
Kamperdijk	VRM10	x			x			x
Abbert	VRM11	x	x	x	x	x	x	x
Erkemedersstrand	VRM12	x	x			x		

(1), (2), (3), (5), (8), (9) vervallen i.v.m. verdwijnen van riet; (6), (7), (11) vervallen i.v.m. onbegaanbare vooroever; (10) vervallen i.v.m. riet alleen op stortsteen groeiend; (4) vervallen i.v.m. geplande dijkversterking.

II. Methode luchtfoto classificatie

Om het rietareaal en de waterlijn te bepalen is gebruik gemaakt van de lage resolutie luchtfoto's. De RGB en nabij-infrarood foto's worden gecombineerd tot een RGBNIR bestand waarin alle informatie zit. Daarnaast wordt hoogtedata uit de AHN, afstand tot water uit de BGT, de Soil Adjusted Vegetation Index en de ruimtelijke vorm eigenschappen gebruikt als aanvullende data om met behulp van een Large-scale Mean Shift algoritme tot een segmentatie te komen (Figuur II.1). Het resultaat van de segmentatie zijn polygonen van objecten met vergelijkbare spectrale eigenschappen.

Om deze segmenten te kunnen classificeren is informatie nodig over de werkelijke landbedekking, zogenaamde ground-control points. Deze ground-control points zijn voorsnog ieder jaar aangevuld met extra punten. Deze punten zijn deels handmatig toegevoegd (bijvoorbeeld water en wegen zijn gemakkelijk herkenbaar) en deels afkomstig uit de veldmetingen.



Figuur II.1. Luchtfoto classificatieproces schema

Het aanvullen van de ground-control points heeft een voor- en een nadeel. Het grote voordeel is dat het algoritme dat de segmenten zonder ground-control points classificeert meer data heeft om te leren. Een nadeel is echter dat punten niet per definitie herbruikbaar zijn. Met name punten op de overgangen tussen zones (bijvoorbeeld de waterlijn) kunnen over de jaren verschuiven van riet naar water en vice- versa. De riet meetpunten van eerdere jaren zijn verwijderd en vervangen door punten uit de laatste veldmetingen. Deze afweging is gemaakt omdat de rietlocaties de grootste kans hebben om te veranderen.

De segmenten en ground-control points zijn gebruikt om het ontwikkelde (random-forest) algoritme opnieuw te trainen zodat het bijleert aan de hand van de extra beschikbare informatie. De luchtfoto's worden geclassificeerd tot typen: Riet, Water, Verhard, Gras (inclusief ruigte), Bos en Braak.

III. Opbouw factsheets

De resultaten zijn per locatie weergegeven in factsheets. Hieronder volgt een toelichting op de onderdelen van de factsheets. De factsheets zelf zijn te vinden in het document Factsheets 2024.pdf.

Locatie foto

De luchtfoto met de ligging van de raaien (data uit 2020).

Locatie toelichting

Een beschrijvende aanduiding van de kenmerken van de locatie.

Waterstand

Verloop van de waterstand van het meest nabij gelegen meetstation Tabel III.1.

Tabel III.1. Locaties en hun bijbehorende meetstations

locatie	meetstation	locatie	meetstation	locatie	meetstation
YSM1	Kornwerderzand_binnen	ZRM1	Nijkerk_west	ZM1	Kadoelen
YSM2	Kornwerderzand_binnen	ZRM2	Nijkerk_west	ZM2	Kadoelen
YSM3	Kornwerderzand_binnen	ZRM3	Nijkerk_west	ZM3	Genemuiden
YSM4	Kornwerderzand_binnen	ZRM4	Nijkerk_west	ZM4	Genemuiden
YSM5	Kornwerderzand_binnen	ZRM5	Nijkerk_west	ZM5	Genemuiden
YSM6	Lemmer	ZRM6	Nijkerk_west	ZM6	Genemuiden
YSM7	Lemmer	ZRM7	Hollandse_Brug	ZM7	Ramspolbrug
YSM8	Lemmer	ZRM8	Hollandse_Brug	ZM8	Ramspolbrug
YSM9	Lemmer	ZRM9	Hollandse_Brug	ZM9	Ramspolbrug
YSM10	Lemmer	ZRM10	Hollandse_Brug	ZM10	Ramspolbrug
YSM11	Lemmer	ZRM11	Hollandse_Brug	ZM11	Ramspolbrug
YSM12	Lemmer	ZRM12	Hollandse_Brug	ZM12	Ramspolbrug
MM1	Hollandse_Brug	KET1	Roggebotsluis_noord	VRM1	Nijkerk-oost
MM2	Hollandse_Brug	KET2	Ramspolbrug	VRM2	Nijkerk-oost
MM3	Edam	KET3	Ramspolbrug	VRM3	Nijkerk-oost
MM4	Edam	KET4	Ramspolbrug	VRM4	Nijkerk-oost
MM5	Edam	KET5	Ramspolbrug	VRM5	Elburgerbrug
MM6	Edam	KET6	Ramspolbrug	VRM6	Elburgerbrug
MM7	Edam	KET7	Ramspolbrug	VRM7	Elburgerbrug
MM8	Hollandse_Brug	KET8	Roggebotsluis_noord	VRM8	Elburgerbrug
MM9	Hollandse_Brug	KET9	Roggebotsluis_noord	VRM9	Roggebotsluis_zuid
MM10	Hollandse_Brug	KET10	Roggebotsluis_noord	VRM10	Elburgerbrug
MM11	Hollandse_Brug	KET11	Roggebotsluis_noord	VRM11	Roggebotsluis_zuid
		KET12	Ramspolbrug	VRM12	Nijkerk-oost



Temperatuursom

De luchttemperatuur is betrokken van één van de drie KNMI-meetstations: Marknesse, Lelystad en Stavoren, waarbij het dichtstbijzijnde station is gebruikt. Deze temperatuur is vertaald in het verloop van de temperatuursom gedurende het jaar. De temperatuursom is het cumulatief verloop van het aantal graden boven 10 °C (dagelijkse waarde om 12:00). Deze temperatuursom is te relateren aan de seizoensontwikkeling van rietbiomassa, omdat deze het moment van uitlopen in het voorjaar bepaalt. Wel moet er rekening mee worden gehouden dat riet dat onder de waterspiegel uitloopt in eerste aanleg te maken heeft met de watertemperatuur in plaats van de luchttemperatuur. Rijkswaterstaat meet op verschillende locaties de diepe watertemperatuur. Deze is echter niet direct bruikbaar als indicator voor de rietontwikkeling. De na het uitlopen van de scheuten volgende biomassa-ontwikkeling en de ontwikkeling van bloeiwijzen in de loop van de zomer (en daarmee het bereiken van de piekbiomassa en -hoogte van de rietplanten) worden weliswaar vooral door de instraling gestuurd, maar aangenomen kan worden dat deze vrij sterk gecorreleerd is met de temperatuur.

Windsnelheid en windrichting

Voor het bepalen van de windsnelheid en -richting zijn data uit van diverse meetstations rond het IJsselmeer gebruikt. In de diagrammen 'Windsnelheid' en 'Windrichting' in de factsheets zijn resp. de maximale windsnelheid van de betreffende dag en de dominante windrichting (in 45 graden intervallen) weergegeven.

De wind kan zowel direct als indirect (door golfoploop en het inwaaien van drijvend materiaal) veel effect hebben op rietkragen. In de grafiek van de windsnelheid zijn de kritische overschrijdingswaarden van 10 m/s (5 Bft) en 15 m/s (7 Bft) aangegeven. Afhankelijk van de windrichting en het diepteverloop van de vooroever kan bij hogere windsnelheden door golfwerking schade ontstaan aan de rietgordel. Het aantal 'events' waarbij de golfbelasting hoog is, en de tijd in het jaar waarop deze 'events' plaatsvinden, kunnen van invloed zijn op de toestand van de rietkraag.

In de grafiek van de windrichting zijn met rode banden de windrichtingen aangegeven waarbij sprake is van een lange strijklengte waardoor de oever bij wind uit die richtingen het meest geëxponeerd is voor windgolven. Overigens is het potentiële effect van scheepvaartgolven op vrijwel alle locaties verwaarloosbaar.

Rietbreedte

De 'rietbreedte' geeft de afstand weer over de raaien tussen de open-waterrand en de overgang tussen waterriet en rietruigte. Om jaarverschillen (a.g.v. gps-fouten en interpretatie van de rietruigtegrens) te elimineren zijn de afstanden zo veel als mogelijk gestandaardiseerd op basis van o.a. de ligging van vaste punten op de raai, de ligging van de waterlijn en andere kenmerken. Eventuele correcties zijn naar eigen inzicht toegepast, en kunnen niet geautomatiseerd worden.

Bedekkingsgraad rietzone

De parameter 'bedekkingsgraad' is bepaald als indicatie van de mate waarin een gesloten waterrietzone aanwezig is, of dat er open of ijlbegroeide plekken in de zone zitten. Een rietkraag met veel open plekken kan duiden op fragmentatie, ofwel het uiteenvallen van de rietbegroeiing.

De bedekkingsgraad is berekend over de lengte van de raai op basis van de gemeten stengeldichtheden en gecorrigeerd voor de stengeldikte. De rietbegroeiing wordt geacht gesloten (ofwel volledig bedekkend) te zijn bij een stengeldichtheid van $> 40 \text{ m}^{-2}$ (dikke rietstengels), $> 60 \text{ m}^{-2}$ (middel riet), en 80 m^{-2} (fijn riet), respectievelijk. De



bedekkingsgraad is 1 als over de gehele raailengte aan deze stengeldichtheden wordt voldaan. Bij lagere stengeldichtheid wordt de fractie bepaald tussen stengeldichtheid en de genoemde dichtheidswaarden. De bedekkingsgraad wordt voor alle gemeten zones op de raai berekend en gemiddeld gewogen naar de lengte van elke afzonderlijke zone.

Hoogte, dikte en dichtheid

De riethoogte, dikte en dichtheid (aantal stengels/m²) weergegeven aan de waterrand (het diepst groeiende riet volgend op de emerse uitloopzone), en als gewogen gemiddelde van de waterrietzone (gewogen naar aandeel in de totale afstand van deze zone langs de raai).

Bij de stengeldiktes zijn de gemeten dikteklassen omgezet in numerieke waarden (f = 1; fm = 2; mf = 3; m = 4; md = 5; dm = 6; d = 7).



IV. Lessons-learned Luchtfoto's

Bij het project voor nulmeting in 2018 is ingezet op een combinatie van veldmetingen en luchtfoto's. In het daaropvolgende monitoringsproject hebben we gezien de potentie daar weer voor gekozen en elk jaar steeds verder ontwikkeld. Hierdoor is het algoritme steeds beter is geworden in het classificeren. Zo hebben we extra data toegevoegd, zoals de hoogtedata uit de AHN, de afstand tot water vanuit de BGT en de Soil Adjusted Vegetation Index en hebben we extra randvoorwaarden opgelegd voor de ruimtelijke (vorm) eigenschappen van de te detecteren objecten.

Door de jaren heen hebben we steeds getoetst hoe goed er geclassificeerd is, door een test-set apart te houden van de classificatie-set en te kijken waar de verschillen per jaar door veroorzaakt konden worden. Hierbij is in de laatste jaren van het project duidelijk geworden dat nauwkeuriger gekeken moet worden naar hoe getoetst wordt hoe goed geclassificeerd wordt. Door GPS fouten en verschil in opname tijd ervoor kan het zo zijn dat iets wat riet is in veldmetingen, water kan zijn op een luchtfoto. Dit vereist meer handmatige controle om te bepalen of de classificatie daadwerkelijk goed verloopt. Dit is de laatste jaren uitvoeriger gedaan om te controleren of de luchtfoto's in de regel de water-riet lijn juist classificeren. Ondanks dat in 2021 en 2022 het percentage juist geclassificeerde veldmetingen (2021: 94%, 2022: 95%, 2023: 93%) hoger lag dan in 2023, werden grote stukken water als riet geclassificeerd. Hierdoor wordt het areaal overschat en de water-riet lijn verkeerd gelegd.

De belangrijkste lessen die we geleerd hebben zijn:

- › De kwaliteit van de luchtfoto's is per jaar anders was, waardoor het algoritme ook per jaar gekalibreerd moet worden wat een grotere tijdsinspanning vraagt dan oorspronkelijk verwacht.
- › De variatie in kwaliteit (denk onder andere aan kleurverschillen en last van bewolking/vervaging) door de jaren heen zijn de luchtfotoclassificatie minder geschikt voor trendanalyses. De veldmetingen zijn consistent en daarmee beter te gebruiken bij dit type analyses.
- › De training van het algoritme is enorm belangrijker en dan met name waarop getraind wordt. De trainingset moet gebalanceerd zijn (alle classificaties moet er naar verhouding in zitten), de trainingset moet correct trainen (dus de luchtfoto en de veldmetingen moeten overeenkomen) en de trainingset moet specifiek toepasbaar genoeg zijn (luchtfoto's van meerdere jaren samen leveren een te breed spectrum aan variatie op om eenduidig te kunnen classificeren).
- › De emerse zone is niet goed herkenbaar op luchtfoto's die te vroeg in het groeiseizoen zijn genomen en de grens tussen riet en rietruigte zelden eenduidig herkenbaar op luchtfotobeelden. De automatische classificatie biedt daarom onvoldoende betrouwbare data om de grenzen tussen emers riet, riet en rietruigte met voldoende nauwkeurigheid automatisch te kunnen bepalen.
- › Als alleen gekeken wordt naar de grens tussen water en riet (zonder emerse zone), dan is de automatische classificatie een goed toepasbare methode. Deze methode is daarmee bruikbaar voor het berekenen van de randlengte zoals ingezet bij de HGI voor de Roerdomp.

Door deze aandachtspunten bleek het in de praktijk niet mogelijk om het algoritme eenvoudig met terugwerkende kracht in te zetten voor trendanalyse voor het areaal. Daarom hebben we gekozen om de veldmeting hiervoor in te zetten.



De doorontwikkeling van het algoritme gedurende het project heeft er wel toe geleid dat de luchtfotoclassificatie voor het jaar waarop getraind is steeds betrouwbaarder is geworden. In het bijzonder voor de herkenning van de grens tussen water en riet. De luchtfotoclassificatie is daarom met vertrouwen ingezet in het berekenen van de HGI voor de Roerdomp voor de jaren 2023 en 2024.

Daarnaast is het gebruik van luchtfoto's ook waardevol gebleken bij het controleren en corrigeren van de veldmetingen.



V. Habitatgeschiktheid Grote Karekiet en Roerdomp

Voor het analyseren van de kwaliteit van rietkragen is gekozen om gebruik te maken van Habitatgeschiktheidsscores (HGI = Habitat Geschiktheid Index). Deze scores geven met een relatieve waarde tussen 0 en 1 aan, in hoeverre een locatie geschikt is voor een organisme. Er zijn HGI-modellen voor de Grote Karekiet (broedhabitat) en Roerdomp (foerageerhabitat), beide goede indicatoren om de rietzones te analyseren op kwaliteit en areaal. De parameters waarmee de HGI-modellen gevoed moeten worden zijn verschillend van schaal en complexiteit. Een HGI wordt berekend met rekenregels; voor deze studie is een selectie hiervan gemaakt die met de monitorings-gegevens kan worden gebruikt.

Grote Karekiet

Voor de Grote Karekiet worden drie rekenregels gebruikt, te weten de dikte van rietstengels in de randzone grenzend aan open water (d_{rand}), de waterdiepte van de randzone grenzend aan open water, en de breedte van de zone met waterriet (Tabel V.1).

Tabel V.1. Habitatgeschiktheidscriteria Grote Karekiet

	Dikte: riet met een diameter vanaf 7 mm is optimaal, riet met een diameter van 5 mm en dunner wordt als ongeschikt beschouwd. Op grond hiervan zijn de rietdikteklassen d, dm en md geschikt en de klassen m, mf, fm en f ongeschikt. N.B. omdat in 2018 met 3 dikteklassen is gewerkt i.p.v. 7, kan voor dat jaar geen categorie 'suboptimaal' worden berekend.
	Waterdiepte: riet dat in de periode april - augustus in > 50 cm diep water groeit is optimaal; een diepte van < 25 cm wordt als ongeschikt beschouwd.
	Breedte waterrietzone: de zone met jaarrond overstromd riet is minimaal 1 m breed.

De habitatgeschiktheid voor de Grote Karekiet kan voor iedere afzonderlijke raai worden bepaald. De totale habitatwaarde van een locatie wordt berekend als het deel van de raaien dat (sub)optimaal geschikt is als habitat.

Roerdomp

Voor de Roerdomp gelden grootschaliger habitateisen en de HGI kan alleen op locatieniveau worden bepaald. De methode is gebaseerd op de modelbeschrijving in het rapport 'Terreinkeus van de Roerdomp in Nederlandse moerasgebieden'¹ Er zijn

¹ Terreinkeus van de Roerdomp in Nederlandse moerasgebieden, drs, R.M.G. van der Hut (Bureau Waardenburg), 31 maart 2001, in opdracht van Vogelbescherming Nederland.



Reken regels voor de breedte van de moeraszone, de oppervlakte aaneengesloten moeras en de randlengte van het moeras (bij een waterdiepte van <50 cm WP; open delen binnen de moeraszone meegerekend) (Tabel V.2).

De berekende habitatgeschiktheidsindex voor Roerdomp betreft een minimumwaarde, omdat alleen het areaal aan moeraszone binnen het oeversegment van de locatie is meegenomen in de berekeningen. In werkelijkheid zullen gebieden dus vaak geschikter zijn dan nu wordt berekend, omdat het rietareaal en de riet-waterlijn niet ophoudt bij de grens van de luchtfoto kartering.

Tabel V.2. Habitatgeschiktheidscriteria Roerdomp voor vakken van 400x400m

	De breedte van de moeraszone is minimaal 6 (suboptimaal) - 12 (optimaal) m. De moeraszone omvat de emerse zone en lisdodde/biezen, en de waterrietzone (riet waarbij de bodem jaarrond is overstroomd).
	De oppervlakte is minimaal 1250 (suboptimaal) - 2500 (optimaal) m². Hierbij moet rekening gehouden worden met aangrenzend moeras dat buiten de locatiebegrenzing ligt.
	De randlengte is minimaal 200m. De randlengte-index wordt bepaald door de totale lengte van de waterlijn te delen door de kortste afstand tussen het begin- & eindpunt van de waterlijn.

Randlengte

De randlengte van het waterriet is de scheidingslijn tussen water en riet. Deze is in 2023 bepaald door per locatie alle grenzen te nemen waar water en riet elkaar raken. Daarna is per locatie de langste grens genomen om te bepalen waar de rand van het water raakt. Op deze manier worden onderbrekingen (door bijvoorbeeld een strandje) in de grens tussen water en riet ook meegenomen. Om kleine artefacten te voorkomen is gekozen om de lijn te versimpelen door een Douglas-Peucker algoritme met een smoothening factor van 0,3.

Voor het bereken van de HGI van de Roerdomp kijken we naar de relatieve lengte van de randlengte. De relatieve lengte van de waterlijn wordt bepaald door de totale randlengte van de grens tussen water en riet te delen door de kortste afstand tussen het begin- en eindpunt van de gekozen waterlijn. Als de relatieve lengte minder is dan 1, dan wordt aangenomen dat het gebied niet geschikt is voor de Roerdomp en dan is de waterlijnfactor 0. Als de relatieve lengte meer is dan 2, dan wordt aangenomen dat het gebied wat betreft deze parameter volledig geschikt is voor de Roerdomp en dan is de waterlijnfactor 1. Voor een waterlijn tussen 1 en 2 is de waterlijnfactor een lineair verband tussen 0 en 1. Als de kortste afstand kleiner is dan 200m is de waterstandfactor altijd nul, ongeacht de relatieve randlengte.



Breedtefactor

De breedtefactor wordt bepaald door het oppervlak aangrenzend aan de waterlijn te delen door de kortste afstand tussen het begin- en het eindpunt van de waterlijn. Als de gemiddelde breedte minder is dan 6 meter, dan wordt aangenomen dat het gebied niet geschikt is voor de Roerdomp en dan is de breedtefactor 0. Als de gemiddelde breedte meer is dan 12 meter, dan wordt aangenomen dat het gebied wat betreft deze parameter volledig geschikt is voor de Roerdomp en dan is de breedtefactor 1. Voor een gemiddelde breedte tussen 6 en 12 is de waterlijnfactor een lineair verband tussen 0 en 1.

De HGI wordt nu berekend door de waterlijnfactor met de breedtefactor te vermenigvuldigen:

$$HGI = \text{waterlijnfactor} \cdot \text{breedtefactor}$$



VI. Voorstel gegevensverzameling

Voor de gegevensverzameling van veldmetingen staat in Hoofdstuk 2 al beschreven welke waarden opgenomen zijn in het databestand. Gedurende het project zijn er al verbeteringen doorgevoerd en nieuwe inzichten verkregen om de dataverwerking nog makkelijker te maken. Concreet betekent dit dat we aanbevelen dat er voor een nieuwe meetperiode in het databestand:

- › Een vaste kolom structuur moet komen.
- › Een uitleg per kolom komt met de toegestane waarde(n).
- › Een 3-tal coördinaten kolommen aanwezig is:
 - (X) en (Y): met de coördinaten van de meetapparatuur
 - RDX en RDY: met de coördinaten omgezet naar EPSG:28992
 - RDX2 en RDY2: met de gecontroleerde metingen (EPSG:28992)
- › Een dominant/hoofdtype en een type kolom aanwezig is. Dit heeft hoofdzakelijk invloed op de statistische analyses. Waar nu het hoofdtype uit een grote lijst met types wordt gededuceerd, is het wenselijker wanneer de expert de dominante soort aangeeft (e.g. als er lisdodde + riet in type kolom staat geeft hoofdtype lisdodde).
- › Een metadatabestand per locatie en raai komt.

Dit zorgt voor ervoor dat de informatie beter herleidbaar en beter te gebruiken is in statistische analyses. Ook voor derden zal de data toegankelijker en bruikbaar worden.



VII. Rapporten verschenen in het Project OFP-Rietoevers

Nulrapportage

Monitoring Rietoevers, Nulrapportage, 10-4-2019

Gegevensrapportages

Datarapport Monitoring Rietoevers IJsselmeergebied 2019, 25-11-2019

Datarapport Monitoring Rietoevers IJsselmeergebied 2020, 17-11-2020

Datarapport Monitoring Rietoevers IJsselmeergebied 2021, 29-11-2021

Datarapport Monitoring Rietoevers IJsselmeergebied 2022, 09-12-2022

Datarapport Monitoring Rietoevers IJsselmeergebied 2023, 01-12-2023

Datarapport Monitoring Rietoevers IJsselmeergebied 2024, 29-11-2024

Kleine en Grote Duidingen

Monitoring Rietoevers – Grote Duiding 2019, 28-01-2020

Monitoring Rietoevers – Kleine Duiding 2020, 12-02-2021

Monitoring Rietoevers – Grote Duiding 2018 -2021, 26-04-2022

Monitoring Rietoevers – Kleine Duiding 2022, 16-3-2023

Aanvullende memo habitatsgeschiktheidsindex Roerdomp en Grote Karekiet, 12-05-2023

Monitoring Rietoevers – Grote Duiding 2018-2023, 25-03-2024