

Bekkenrapport Veerse Meer 2000-2014

ten behoeve van de Evaluatie Peilbesluit



Bekkenrapport Veerse Meer 2000-2014

ten behoeve van de Evaluatie Peilbesluit

dr. T.C. Prins (red.)
S.A. Vergouwen M.Sc. (red.)

drs. A.J. Nolte
dr. C.A. Schipper
drs. F.A. Arts (Delta Project Management)
drs. P. van Avesaath (NIOZ)
dr. V. Escaravage (NIOZ)
dr. M.J. de Kluijver (Stichting Zeeschelp)
ing. M.C. Dubbeldam (Stichting Zeeschelp)



Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee



1220248-000

Titel
Bekkenrapport Veerse Meer 2000-2014

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Rijkswaterstaat Zee en Delta Directie Netwerkmanagement District Zee en Delta Noord drs. E. Daemen	1220248-000	1220248-000-ZKS-0010	134

Trefwoorden
Veerse Meer, watersysteem, doorlaatmiddel, peilbesluit

Samenvatting

Dit rapport beschrijft de ontwikkelingen in waterkwaliteit en ecologie in het Veerse Meer in de periode 2000-2014. In die periode is de wateruitwisseling van het Veerse Meer met de Oosterschelde, vanaf 2004, sterk vergroot door de ingebruikname van het doorlaatmiddel in de Zandkreekdam, de Katse Heule. Met deze maatregel is de waterkwaliteit in het Veerse Meer sterk verbeterd door daling van de nutriëntenconcentraties en sterke afname van de fytoplankton- en zeesla-bloeien. Door de toename van de saliniteit na de ingebruikname van het doorlaatmiddel heeft het Veerse Meer een meer marien karakter gekregen, wat terug te zien is in de soortensamenstelling van wieren, bodemdieren, vissen en vogels.




De toename in soortenaantal, diversiteit, dichtheden en biomassa van bodemdieren, die in de eerste jaren na de ingebruikname van het doorlaatmiddel optrad, heeft zich niet langs die lijn voortgezet. Er is een doorgaande verandering waarneembaar, waarbij de biomassa van schelpdieren lijkt af te nemen. De arealen met Japanse oester nemen wel nog steeds toe.

Door het doorlaatmiddel treedt er minder zoutstratificatie op, is het water beter gemengd en is het optreden van zuurstofloosheid in het oostelijke deel van het Veerse Meer sterk verminderd. In het westelijk deel komen door gebrek aan menging in de zomer nog steeds tijdelijk zuurstofarme condities in de diepere waterlaag voor.

De verhoging van het winterpeil, in drie stappen in 2009, 2010 en 2011 van NAP-0,60 m naar NAP-0,30 m, heeft er toe geleid dat het areaal ondiepe oeverzone dat in de winter droogvalt, ongeveer gehalveerd is. De verhoging van het peil heeft geen meetbare effecten gehad op zoutgehalte, stratificatie, of waterkwaliteit, wat ook niet te verwachten was. Het areaal dat niet meer droogvalt is mogelijk een gunstig habitat voor algen, wieren en voor bodemdieren zoals de Japanse oester. Er is inderdaad op harde substraten in de ondiepe oeverzone enige aanwas van jonge oesters en mossels aangetroffen in 2012 en 2013. De veranderingen in arealen ondiep water en droogvallend slik zijn mogelijk van invloed op vogelsoorten en -aantallen die in die oeverzone foerageren, maar die effecten zijn door het beperkte aantal jaren van waarnemingen sinds de verandering in het peilbeheer, nog niet te kwantificeren.

Referenties

zaaknummer 31104073

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
2.0	okt 2015	Dr. T.C. Prins		Dr. L.A. van Duren		Drs. F.J. Hoozemans	
		S.A. Vergouwen M.Sc.					
		Drs. A.J. Nolte					
		Dr. C.A. Schipper					

Status
definitief

Inhoud

1 Inleiding	1
Leeswijzer	1
2 Gebiedsbeschrijving	3
2.1 Estuarium vóór de Deltawerken	3
2.2 Van estuarium naar kunstmatig meer	4
2.3 Brak meer na de deltawerken	4
2.4 Zout meer na het doorlaatmiddel	6
2.5 Aanpassing peilbeheer	7
3 Waterhuishouding	9
3.1 Peilbeheer en peilverloop	9
3.1.1 Monitoring	9
3.1.2 Peilverloop	9
3.2 Waterbalans (polderlozingen, uitwisseling)	10
3.2.1 Monitoring	10
3.2.2 Waterafvoer	11
3.3 Vrachten van stoffen	11
3.3.1 Monitoring	11
3.3.2 Vrachten van nutriënten (fosfaat (P), stikstof (N)).	11
3.3.3 Vrachten van vervuilende stoffen	14
4 Bathymetrie en sedimentsamenstelling	15
4.1 Bathymetrie (morfologie)	15
4.1.1 Monitoring	15
4.1.2 Bathymetrie (morfologie)	15
4.2 Sedimentsamenstelling	19
4.2.1 Monitoring	19
4.2.2 Korrelgrootteverdeling en percentage organisch materiaal	21
5 Waterkwaliteit	23
5.1 Monitoring	23
5.2 Saliniteit (chloride)	23
5.3 Temperatuur	23
5.4 Zwevende stof en doorzicht	25
5.5 Nutriëntenconcentraties	26
5.6 Verontreinigende stoffen	28
6 Stratificatie en zuurstof	29
6.1 Monitoring	29
6.2 Stratificatie	30
6.3 Zuurstof	34
7 Ecologie	39
7.1 Waterkolom	39
7.1.1 Chlorofyl en fytoplanktonsamenstelling.	39
7.1.2 Kwallen	43

7.2	Bodem	46
7.2.1	Macro-algen op zacht substraat	46
7.2.2	Zeegras	55
7.2.3	Bodemdieren op zacht substraat	56
7.2.4	Hard substraat: flora en fauna	64
7.2.5	Japanse oester	70
7.3	Vissen	76
7.3.1	Monitoring	76
7.3.2	Vóór het doorlaatmiddel	76
7.3.3	Vis na het doorlaatmiddel	76
7.3.4	Conclusies vissen na ingrepen in het Veerse Meer	77
7.4	Vogels	79
7.4.1	Watervogels	79
7.4.2	Kustbroedvogels	89
8	Toetsing aan beleid	97
8.1	Kaderrichtlijn Water	97
8.1.1	Chemie	97
8.1.2	Biologie	97
8.1.3	Fysisch-chemische parameters	98
8.1.4	Waterbodems	98
8.2	Natura2000; Vogelrichtlijn	99
8.3	Zwemwaterrichtlijn	100
9	Synthese: toestand en trends	101
10	Kennisleemtes, aanbevelingen	106
11	Literatuur	108
	Bijlage(n)	
A	Stratificatie en zuurstof in de waterkolom	A-1
B	Diepte van zuurstofuitputting	B-1
C	Bodemdieren op zacht substraat	C-3

1 Inleiding

Het beheer van het Veerse Meer is in de periode 2000-2015 sterk veranderd. In 2004 is de uitwisseling van water met de Oosterschelde verbeterd door de aanleg van een doorlaatmiddel in de Zandkreekdijk (de 'Katse Heule'). Al eerder is vastgesteld dat het doorlaatmiddel heeft geresulteerd in wezenlijke veranderingen in de waterkwaliteit en de ecologie van het meer (Craeymeersch & De Vries 2007).

Via het Peilbesluit van 2008 is het winterpeil in het Veerse Meer in een aantal stappen verhoogd van een peil van NAP-0,60 m in 2008 naar een peil van NAP-0,30m vanaf 2011. Bij de vaststelling van het Peilbesluit is besloten dat de nieuwe beheersituatie in 2015 geëvalueerd zal worden.

Onderdeel van de evaluatie van het Peilbesluit vormt het opstellen van een watersysteemrapport (Bekkenrapport) voor het Veerse Meer over de periode 2000 - 2014.

Het voorliggende rapport geeft een beeld van de ontwikkelingen in waterkwaliteit en ecologie in het Veerse Meer in de periode 2000-2014. In dit rapport wordt ingegaan op de effecten van de ingebruikname van het doorlaatmiddel, op de effecten van de veranderingen in het winterpeil en op andere (autonome) veranderingen in de ecologie en waterkwaliteit van het Veerse Meer. In 2007 is een eerste evaluatie uitgevoerd van de effecten van het doorlaatmiddel (Craeymeersch & De Vries 2007). Die evaluatie had betrekking op de korte termijn veranderingen in de eerste jaren na 2004. In deze Bekkenrapportage worden de effecten over een langere periode beschouwd. Daarnaast wordt ingegaan op ecologische veranderingen in het Veerse Meer die van belang zijn voor recreatie, zoals de ontwikkeling van de Japanse oesters in de ondiepe delen van het meer.

Voor dit rapport is gebruik gemaakt van de beschikbare gegevens afkomstig uit meetprogramma's van Rijkswaterstaat. Daarnaast zijn gegevens beschikbaar gesteld door waterschap Scheldestromen, Natuurmonumenten, en zijn gegevens gebruikt uit onderzoeksprogramma's van NIOZ en Stichting Zeeschelp. Delen van deze onderzoeken vonden plaats in het kader van de monitoring van de gevolgen van het Peilbesluit, in opdracht van Rijkswaterstaat.

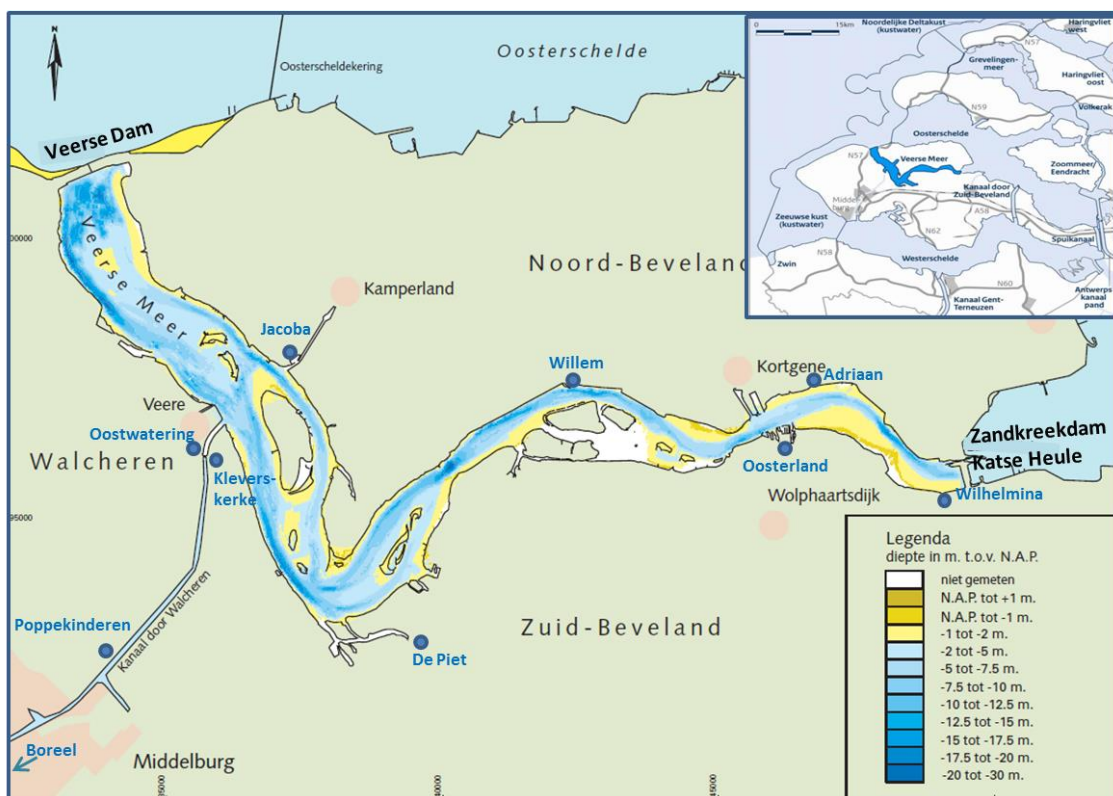
Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt een beknopte gebiedsbeschrijving gegeven, met de ontwikkeling van het systeem in de laatste zestig jaar. Vervolgens worden waterhuishouding (hoofdstuk 3) en bathymetrie/morfologie en sedimentsamenstelling (hoofdstuk 4) besproken. Hoofdstuk 5 behandelt de waterkwaliteit in het Veerse Meer. In hoofdstuk 6 wordt ingegaan op de veranderingen in stratificatie en zuurstofhuishouding van het meer. Hoofdstuk 7 gaat uitgebreid in op de ecologie van het Veerse Meer, waaronder fytoplankton en andere waterflora, bodemdieren, vissen en vogels. In hoofdstuk 8 worden de ontwikkelingen in fysica, waterkwaliteit en ecologie in samenhang besproken, in relatie tot de genomen beheermaatregelen. Hoofdstuk 9 gaat in op kennisleemten en aanbevelingen.

2 Gebiedsbeschrijving

2.1 Estuarium vóór de Deltawerken

Van oorsprong was het Veerse Meer een zeearm, het Veerse Gat, dat tussen Zuid-Beveland, Noord-Beveland en Walcheren een open verbinding had met het Oosterschelde estuarium aan de oostzijde en de Noordzee in het westen (Figuur 2.1). De kust van het Veerse Gat had te lijden onder het geweld van de zee. Delen van de kustlijn en waterkeringen langs het Veerse Gat werden in de periode van 1856 tot 1959 geregeld weggeslagen en weer gerepareerd. De watersnoodramp in 1953 heeft rondom het Veerse Gat op negen plaatsen dijken doorbroken en polders doen volstromen. Als gevolg van deze doorbraken zijn ongeveer 60 mensen verdronken in dorpen aan de Zandkreek. Door de ramp bleek dat het deltagebied niet goed genoeg beschermd was tegen mogelijke overstromingen en werd het Deltaplan opgesteld om de waterveiligheid te vergroten (Figuur 2.2).



Figuur 2.1 Ligging van het Veerse Meer, met waterdiepte en de locaties van de gemalen, dammen en sluisen (aangepast uit Maas & Oorthuysen (2012) en Holland et al. (2004)).



Figuur 2.2 Impressies waarin de historie wordt weergegeven vanuit de bedijkings- en bewoningsgeschiedenis, de natuurhistorie en geologie. (links boven: sluiting Veerse Gatdam (ca. 1961); rechts boven: zicht op duinen van Veere (schilderij ca. 1700); onder: historische kaart van Zeeland met Veerse gat (rond ca. 1650)

2.2 Van estuarium naar kunstmatig meer

Als eerste onderdeel van het Deltaplan in Zeeland is het voormalige Veerse Gat afgesloten van de Oosterschelde in 1960 met een dam (de Zandkreekdam) met daarin een sluis met beperkte wateruitwisseling. Het jaar erop werd het meer afgesloten van de Noordzee met een 3 km lange dichte dam, de Veerse Gatdam (Figuur 2.1). Deze dammen waren onderdeel van de Deltawerken en zorgden voor het ontstaan van het Veerse Meer. Door de scheiding van de zoute getijdewateren zou het Veerse Meer verdwenen eb en vloed en ontstond een brakwatermeer zonder getij. De schorren, slikken en platen in en langs het meer werden ingericht voor landbouw, recreatie en natuur (Figuur 2.3). Het Veerse Meer zou oorspronkelijk een zoetwatermeer worden, aangesloten op de Oosterschelde die ook door een dam zou worden afgesloten. Door het besluit in 1976 om de Oosterschelde af te sluiten met de stormvloedkering, bleef de Oosterschelde toch een zout getijdesysteem. De sluis in de Zandkreekdam gaf een beperkte uitwisseling tussen het Veerse Meer en de zoute Oosterschelde en het Veerse Meer werd een brak meer met zoutgehaltes tussen 6 en 12 g Cl/l.

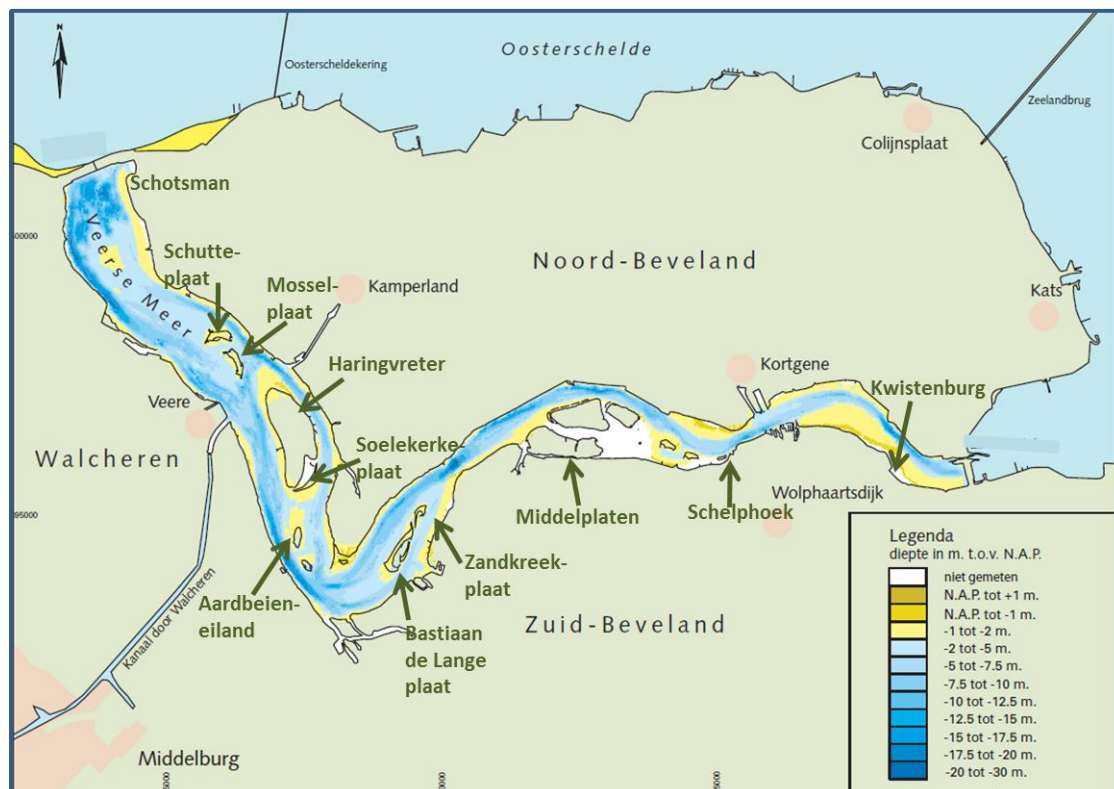
2.3 Brak meer na de deltawerken

Het Veerse Meer kende na de afsluiting van beide dammen geen getij meer maar kreeg in plaats daarvan een tegennatuurlijk peilbeheer. Dit beheer was afgestemd op afwatering van de buitendijkse landbouwgronden en de omliggende landbouwpolders in de winter en op de recreatievaart in het meer in het zomerseizoen. Het streefpeil voor de winter was NAP-0,6 m, in de praktijk werd gestuurd op een peil tussen NAP-0,7 en NAP-0,6 m (Projectgroep MER Peilbesluit Veerse Meer 2007). Het streefpeil voor de zomer was NAP-0,1 m. In de praktijk werd het doorlaatmiddel zodanig bediend dat het peil normaal gesproken lag tussen NAP en NAP-0,10 m (Projectgroep MER Peilbesluit Veerse Meer 2007). Het lage winterpeil zorgde

ervoor dat het meer als een ontvangend oppervlaktewater kon functioneren in de winter, om overtollig regenwater, met name van de omliggende landbouwgebieden, te ontvangen. In de zomer werd het peil weer verhoogd ten behoeve van de waterrecreatie in het meer die zich spoedig ontwikkelde. Het hoge zomerpeil werd gerealiseerd door zout water uit de Oosterschelde binnen te laten en droeg ook bij aan het voorkomen van uitdroging van omliggende landbouwgebieden.

Doordat het zoutgehalte van het meer aanzienlijk lager werd dan voor de afsluiting en bovendien in de loop van het jaar aanzienlijk fluctueerde (6-12 gram chloride per liter) zijn veel zoutminnende flora- en faunasoorten verdwenen na aanleg van de dammen. Er ontstond een instabiel ecosysteem dat armer was aan soorten door de slechte waterkwaliteit. Het toelaten van zout water in het voorjaar zorgde voor grote fluctuaties in het zoutgehalte en gelaagdheid van het water, doordat het zwaardere zoute water onder het brakke water zank (Craeymeersch & De Vries 2007).

De afvoer van voedselrijk polderwater uit de omliggende landbouwgebieden en de sterke zoutfluctuaties zorgden voor een slechte waterkwaliteit. Dit resulteerde in jaarlijkse algenbloei, zuurstofloosheid, slecht doorzicht en grote aanwezigheid van zeesla, met name in de zomerperiode (Holland et al. 2004). Deze ontwikkelingen hadden een negatieve uitwerking op de ecologie en verschillende functies van het Veerse Meer, met name recreatie en natuur. In 2004 is, om deze negatieve processen voor de waterkwaliteit en ecologie tegen te gaan, een doorlaatmiddel in gebruik genomen waardoor betere wateruitwisseling tussen de Oosterschelde en het Veerse Meer mogelijk werd. Dit doorlaatmiddel in de Zandkreekdijk, in de vorm van twee openingen van 5,5 bij 3 meter en 82 meter lang, kwam op de plaats van de 2 laatste caissons in de Zandkreekdijk die in 1960 voor de afsluiting van de Zandkreek hadden gezorgd. Het doorlaatmiddel maakt een wateruitwisseling van gemiddeld 40 m³/sec mogelijk.



Figuur 2.3 Platen en oevergebieden in het Veerse Meer.

2.4 Zout meer na het doorlaatmiddel

Het doorlaatmiddel heet de “Katse Heule” vernoemd naar het dorpje Kats dat nabij ligt en het woord “Heule” dat Zeeuws is voor waterdoorlaat (Figuur 2.4). De inbreng van Oosterschelde water heeft het zoutgehalte laten stijgen en het zuurstofgehalte in diepere delen van het meer gedurende de zomer verhoogd (Craeymeersch & De Vries 2007). Het doorlaatmiddel in de Zandkreekdam is de waterkwaliteit van het Veerse Meer ten goede gekomen en het aantal mariene soorten is weer toegenomen door het verhoogde en meer stabiele zoutgehalte (14-16 g Cl/l) Hoewel de waterkwaliteit is verbeterd en de biodiversiteit toeneemt, blijft het de vraag of dit herstel volledig zal doorzetten. Zeegras komt niet meer voor en het is onzeker welke vestigingscondities ontbreken. Een complicerende factor is daarnaast de massale invasie van Japanse oesters die andere filtrerende bodemdieren verdringt, een laag van schelpenmateriaal achterlaat en overlast veroorzaakt voor (water)recreanten.

Tabel 2.1 Jaartallen van belangrijke veranderingen in het Veerse Meer

Sluiting Zandkreekdam	1960
Sluiting Veerse Gatdam	1961
Doorlaatmiddel Katse Heule in gebruik	juni 2004
Verhoging winterpeil (van NAP-0,6 m naar NAP -0,5m)	november 2008
Verhoging winterpeil (naar NAP -0,4m)	oktober 2010
Verhoging winterpeil (naar NAP -0,3m)	november 2011



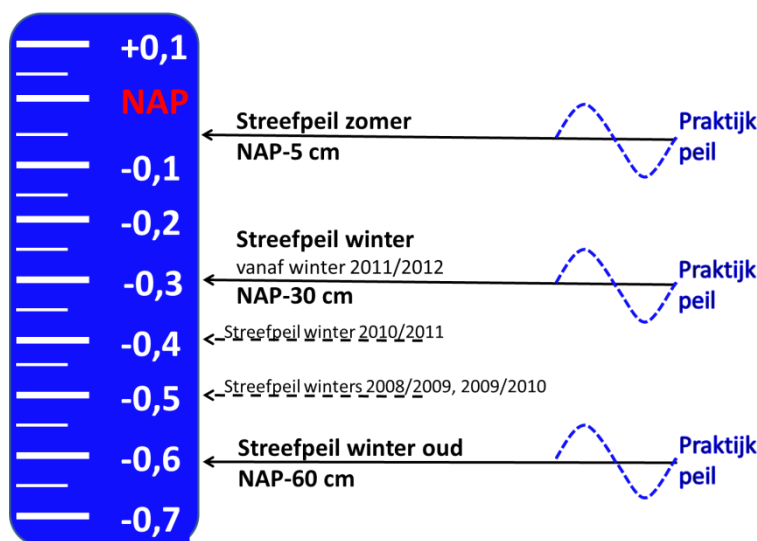
Figuur 2.3 Zandkreekdam met doorlaatmiddel Katse Heule (bron: beeldbank.rws.nl)

2.5 Aanpassing peilbeheer

De wateruitwisseling tussen het Veerse Meer en de Oosterschelde had een positief effect op de waterkwaliteit en het ecologisch functioneren, maar had niet het probleem van het onnatuurlijke peilbeheer opgelost (VenW 2007). Er was vooral de wens om de ecologische en recreatieve functies van het meer te verbeteren. De wateruitwisseling met de Oosterschelde was in de winter niet optimaal, omdat de capaciteit van het doorlaatmiddel groter is bij een hoger peil in het Veerse Meer. Bovendien kon door het 's winters droogvallen van de oeverzone tussen zomer- en winterpeil, de vegetatie en het bodemleven zich niet goed ontwikkelen. Daarnaast is er nog steeds sprake van een beperkte bereikbaarheid van jachthavens en aanlegvoorzieningen en een beperkte bevaarbaarheid van het meer bij winterpeil voor schepen met een grote diepgang.

Daarom is besloten het peilbeheer aan te passen vanaf 2008 (Figuur 2.5). Het peilbeheer is vanaf oktober 2008 met twee tussenstappen aangepast naar een zomerpeil tussen NAP en NAP-0,10m en een winterpeil tussen NAP-0,20m en NAP-0,40m (Tabel 2.1). Het doel van deze variant is het verbeteren van het ecologisch functioneren, het verbeteren van natuur- en recreatiewaarden, het optimaliseren van waterbeheersing bij extreme situaties en het tegemoetkomen aan landbouwbelangen (Projectgroep MER Peilbesluit Veerse Meer 2007). Het gekozen peilbeheer adresseert daardoor de verschillende functies van het meer. De verhoging van het winterpeil heeft stapsgewijs plaatsgevonden tussen 2008 en 2011 zodat de vegetatie tijd had om zich aan te passen.

Door het aangepaste winterpeil valt nu, naar schatting, nog ongeveer 150 ha van de ondiepe oeverzone (slikken en platen) droog in de winter (Tabel 2.2). Het areaal droogvallende oeverzone dat droog viel bij het oude winterpeil was geschat op ongeveer 290 ha (Projectgroep MER Peilbesluit Veerse Meer 2007). Dat getal was afgeleid van een tabel in Holland *et al.* (2004), die weer was gebaseerd op oudere data van Wattel (1994). In die schattingen is gewerkt met een ander totaal oppervlak voor het Veerse Meer dan in de huidige schatting (186 hectare ofwel 4% kleiner). Het is niet meer te reconstrueren hoe deze eerdere data tot stand zijn gekomen. De absolute verschillen tussen het oude winterpeil (290 ha) en het nieuwe winterpeil (150 ha) zijn daarom mogelijk niet helemaal correct, maar het lijkt redelijk te veronderstellen dat de orde van grootte, die gelijk is aan ongeveer een halvering van het 's winters droogvallende gebied, juist is.



Figuur 2.5 Uitvoering Peilbesluit, met oude winterpeil t/m de winter van 2007/2008, en het nieuwe winterpeil vanaf de winter van 2011/2012.

Tabel 2.2 Overzicht huidige fysieke kenmerken van het Veerse meer, berekend uit het actueel hoogtebestand Nederland en lodingen van 2014 (pers. med. I. Schep, RWS)

Oppervlakte Veerse Meergebied	4176 ha
Wateroppervlak bij NAP -0,05 m	2342 ha
Wateroppervlak bij NAP -0,30 m	2195 ha
Buitendijkse gronden en eilanden bij NAP -0,05 m (zomer)	1834 ha
Buitendijkse gronden en eilanden bij NAP -0,30 m (winter)	1981 ha
In de winter droogvallend oppervlak	147 ha
Meervolume (inhoud bij NAP -0,05 m)	114 miljoen m ³
Meervolume (inhoud bij NAP -0,30 m)	105 miljoen m ³
Gemiddelde waterdiepte	4,8 m
Maximale waterdiepte	23 m

3 Waterhuishouding

Dit hoofdstuk geeft een beschrijving van de veranderingen in het waterpeil van het Veerse Meer, en gaat in op de debieten en vrachten van stoffen die via gemalen op het Veerse Meer geloosd worden. Vanwege het ontbreken van gegevens is geen waterbalans met de aan- en afvoer van water opgesteld, zoals eerder gedaan door Holland *et al.* (2004).

3.1 Peilbeheer en peilverloop

3.1.1 Monitoring

De waterstand is gemeten op twee vaste meetpalen over de hele periode 2000-2015 en op een derde meetpaal vanaf 2005 (Tabel 3.1). De meetfrequentie is elke 10 minuten.

Tabel 3.1 Overzicht van data voor waterstanden in het Veerse Meer. Zie Figuur 5.1 voor de locaties. (bron: http://waterberichtgeving.rws.nl/nl/water-en-weer_dataleveringen_ophalen-opgetreden-data.htm)

Naam	Periode	Beschikbaarheid
VM3 Sluis Kats binnen	2000 – mei 2015	91%
VM4 Oranjeplaat	2000 – mei 2015	93%
VM5 Schotsman / Ruitenplaat	2005 – mei 2015	88%

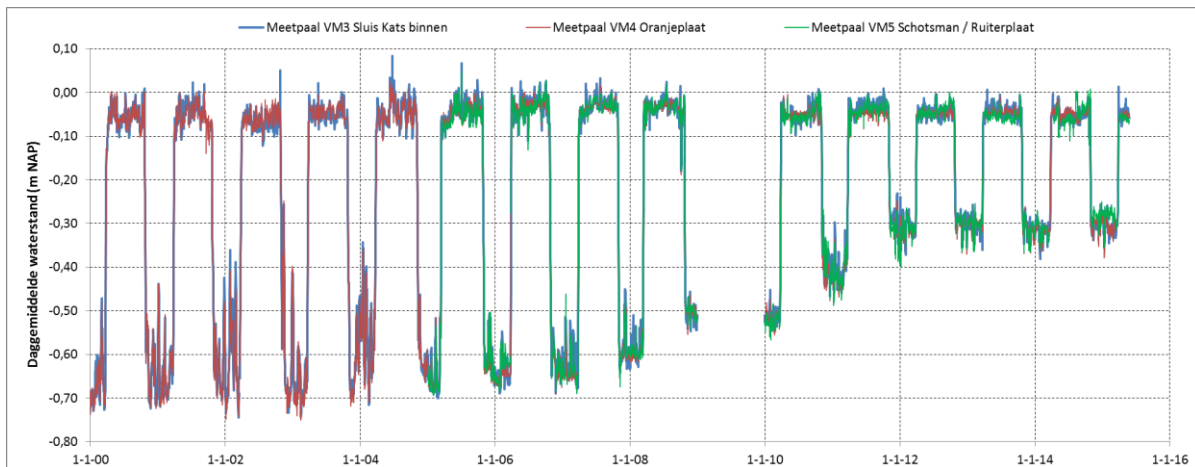
3.1.2 Peilverloop

Figuur 3.1 toont de daggemiddelde waterstand waarin het winterpeil en het zomerpeil duidelijk te onderscheiden zijn. Met uitzondering van 2005 en 2008 was de opzet van winter naar zomerpeil afgerond rond 1 april. In 2005 en 2008 was de peilopzet halverwege maart afgerond. De verlaging van zomer- naar winterpeil was meestal afgerond rond 1 november (einde van de herfstvakantie in Zeeland) met uitzondering van 2004 en 2010 toen peilverlaging rond 10 november werd afgerond.

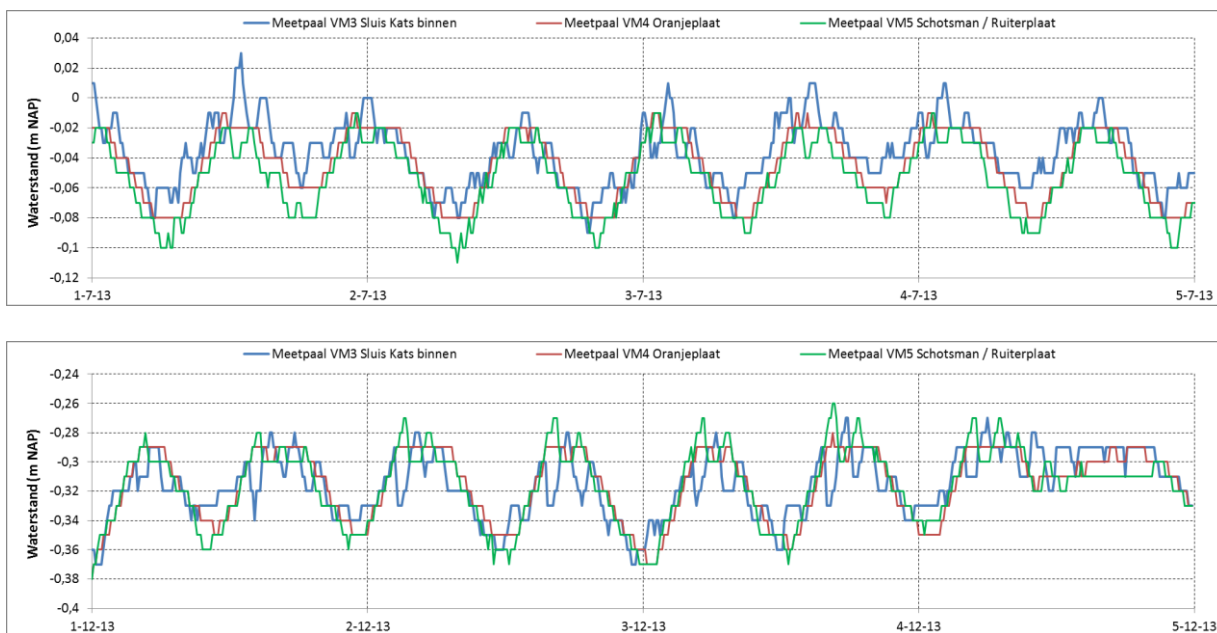
Van 2000 tot 2014 is het zomerpeil gelijk gebleven rond circa NAP-0,05 m. Vanaf oktober 2008 is het winterpeil na de vaststelling van het Peilbesluit Veerse Meer in drie stappen van 10 cm verhoogd (najaar 2008, 2010, 2011) tot het huidige peil van NAP-0,3 m centraal in het meer. De ingebruikname van de Katse Heule in 2004 heeft ervoor gezorgd dat de variatie in het winterpeil afgenomen is van maximaal 0,35 m tot circa 0,2 m. De grotere afvoercapaciteit van de Katse Heule maakt het mogelijk om de waterstand rondom het streefpeil te handhaven ook bij grote aanvoer vanuit de omliggende polders.

Afhankelijk van de weersverwachtingen kan het peil enigszins aangepast worden, zodat geen ongewenste peiloverschrijdingen optreden. Hiermee kan bij hoge afvoerverwachtingen ook extra bergcapaciteit opgebouwd worden.

Sinds de ingebruikname van het doorlaatmiddel kent het Veerse Meer weer een beperkte mate van getij. De dagelijkse variatie van de waterstand door uitwisseling met de Oosterschelde via de Katse Heule is te zien in Figuur 3.2. Hiervoor is een willekeurige periode in 2013 gekozen. Het getoonde winterpeil betreft dus de situatie na uitvoering van het peilbesluit. De typische dagelijkse variatie is circa 8 cm bij zomerpeil en 6 cm bij winterpeil.



Figuur 3.1 Daggemiddelde waterstand (in m NAP) op locaties VM3, VM4 en VM5



Figuur 3.2 Typische dagelijkse variatie van de waterstand (in m NAP) bij zomerpeil (boven) en bij winterpeil (onder) op locaties VM3, VM4 en VM5. NB: De trapsgewijze representatie is het gevolg van de nauwkeurigheid van de dataset tot 2 decimalen.

3.2 Waterbalans (polderlozingen, uitwisseling)

3.2.1 Monitoring

Het waterschap Scheldestromen meet bij een aantal gemalen de waterafvoer en de waterkwaliteit. Dit gebeurt bij een aantal gemalen die direct op het Veerse Meer lozen of loosden (Willem, Adriaan, Wilhelmina, De Piet, Oostwatering). Ook zijn metingen verricht aan de gemalen die op het Kanaal door Walcheren lozen (Poppekinderen, Boreel). De gemalen zijn weergegeven in Figuur 2.1.



Figuur 3.3. Afvoer per jaar via de belangrijkste gemalen die direct op het Veerse Meer lozen, en via de gemalen die op het Kanaal door Walcheren lozen.

3.2.2 Waterafvoer

Rondom het Veerse Meer liggen een aantal gemalen en uitwateringssluizen die water uit de omliggende polders lozen op het Veerse Meer. De totale waterafvoer vanuit de polders bedraagt 25-85 miljoen m³/jaar (Holland *et al.* 2004, Craeymeersch & De Vries 2007). Sinds 2009 is het gemaal Oostwatering, dat bij Veere direct op het Veerse Meer loosde, alleen nog bij extreme regenval actief. Het polderwater van het noordelijk deel van Walcheren dat afgevoerd werd via gemaal Oostwatering, wordt sinds 2009 via gemaal Poppekinderen afgevoerd naar het Kanaal door Walcheren.

Naast het gemaal Poppekinderen loost ook gemaal Boreel op het Kanaal door Walcheren. Door schutverliezen in de sluizen bij Veere wordt jaarlijks ongeveer 25 miljoen m³ water vanuit het Kanaal door Walcheren afgevoerd naar het Veerse Meer, dit is ongeveer 40% van het water dat wordt afgevoerd uit het kanaal. Ongeveer 60% wordt afgevoerd naar de Westerschelde via de sluizen bij Vlissingen (Schmidt *et al.* 2003). Het neerslagoverschot (neerslag – verdamping) is ongeveer 3,5 miljoen m³.

Uit de metingen van het waterschap blijkt dat de belasting met zoetwater via de afvoer van gemalen over de periode 2005-2013 niet significant veranderd is (Figuur 3.3).

3.3 Vrachten van stoffen

3.3.1 Monitoring

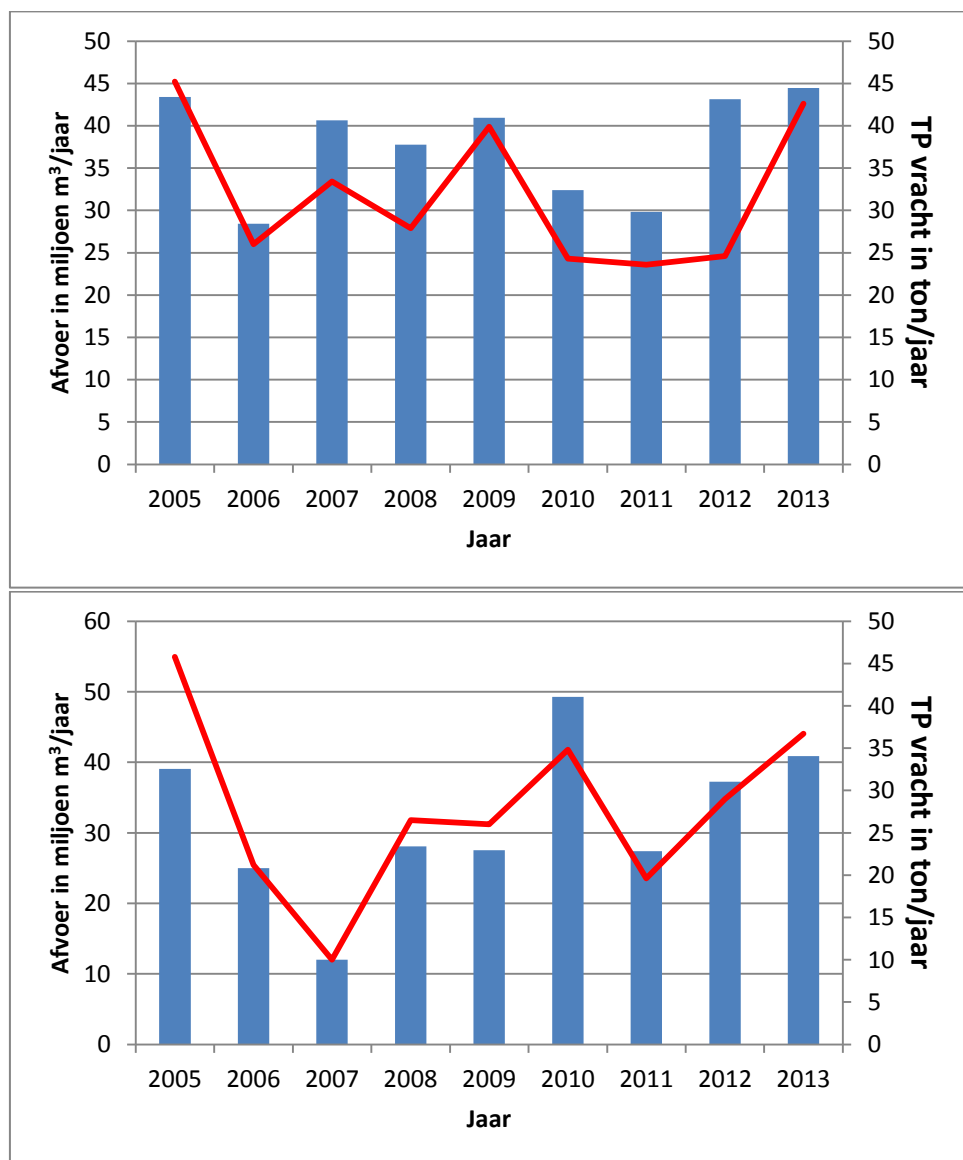
Gegevens over de vrachten van stoffen zijn gebaseerd op maandelijkse metingen door het waterschap Scheldestromen bij een aantal gemalen die direct op het Veerse Meer lozen of loosden (Willem, Adriaan, Wilhelmina, De Piet, Oostwatering), en gemalen die op het Kanaal door Walcheren lozen (Poppekinderen, Boreel).

3.3.2 Vrachten van nutriënten (fosfaat (P), stikstof (N)).

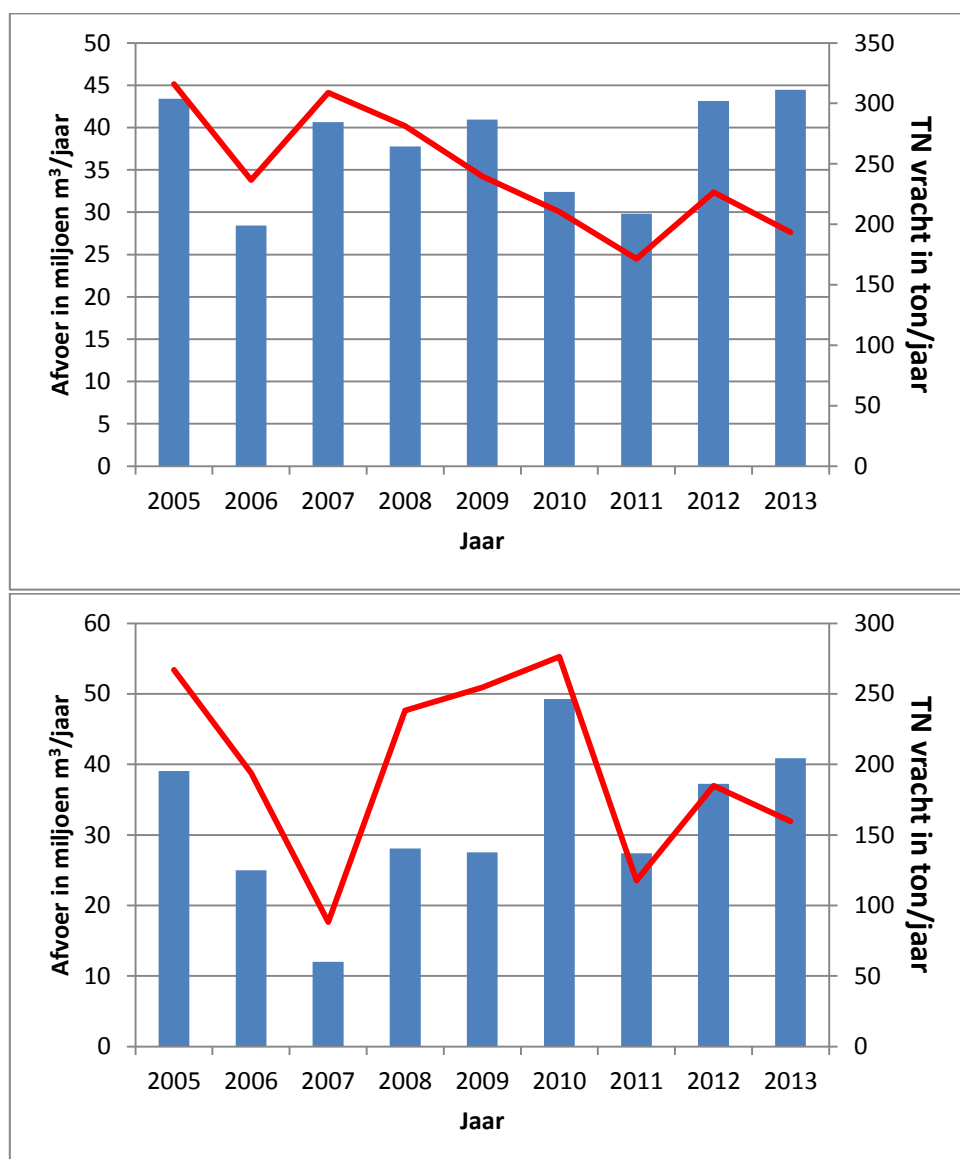
De vracht van fosfaat (totaal-P) die via gemalen direct op het Veerse Meer wordt geloosd is licht gedaald (ongeveer 16% over 8 jaar). Deze trend is niet statistisch significant (Figuur 3.4). De vracht van stikstof (totaal-N) via die gemalen vertoont een statistisch significante dalende trend (Mann-Kendal test, $p < 0.05$). De vracht is in 8 jaar bijna 40% afgenomen (Figuur 3.5). Dit is niet het geval voor de polderlozingen op het Kanaal door Walcheren, door de bouw van

het gemaal Poppekinderen. De daling in de stikstofvrachten naar het Veerse Meer wordt niet veroorzaakt door een daling in de hoeveelheid water die de gemalen lozen, maar door daling in de concentraties in het water dat de gemalen uitstoten. Voor alle gemalen waar gegevens voor beschikbaar zijn, met uitzondering van gemaal Boreel dat bij Middelburg in het Kanaal door Walcheren loost, geldt dat de (debiet-)gewogen concentraties van totaal-stikstof over de periode 2005-2013 significant gedaald zijn (Mann-Kendal test, $p < 0,05$).

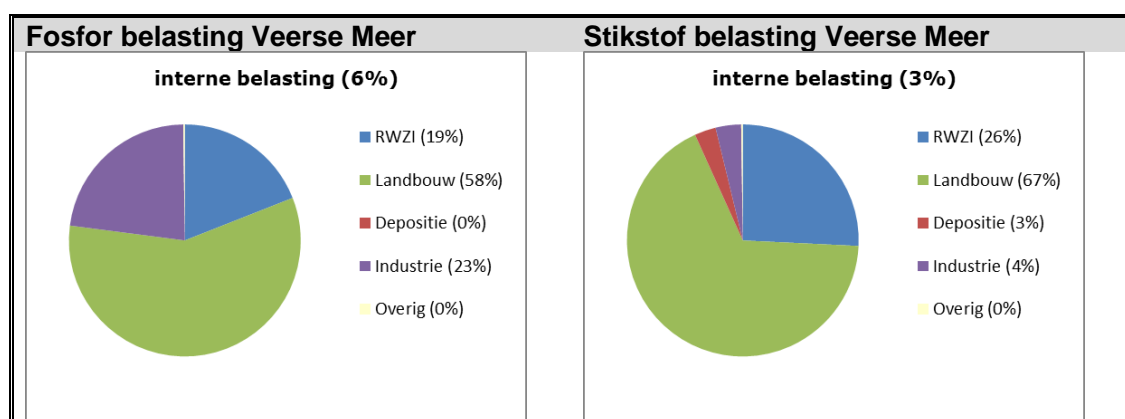
Voor fosfaat en stikstof zijn de diffuse en puntbronnen van het Veerse Meer berekend met gegevens uit de landelijke Emissieregistratie (RWS, 2012). Deze vrachtberekeningen voor het Veerse Meer bevatten onnauwkeurigheden en zijn daarom alleen indicatief voor de orde van grootte (pers.med. N.van Duijnhoven). Uit Figuur 3.6 blijkt dat de totale P- en N-belasting van het Veerse Meer vooral wordt bepaald door voorbelasting, d.w.z. door bronnen in gebieden die afwateren op het Veerse Meer. De belasting van het Veerse Meer in 2013 werd gedomineerd door landbouwemissies, met lozingen vanuit RWZI's en industrie als belangrijkste andere bronnen.



Figuur 3.4. Waterafvoer (blauwe staaf) en totaal-P vracht (rode lijn) per jaar via de belangrijkste gemalen die direct op het Veerse Meer lozen (boven), en via de gemalen die op het Kanaal door Walcheren lozen (onder).



Figuur 3.5. Waterafvoer (blauwe staaf) en totaal-N vracht (rode lijn) per jaar via de belangrijkste gemalen die direct op het Veerse Meer lozen (boven), en via de gemalen die op het Kanaal door Walcheren lozen (onder).

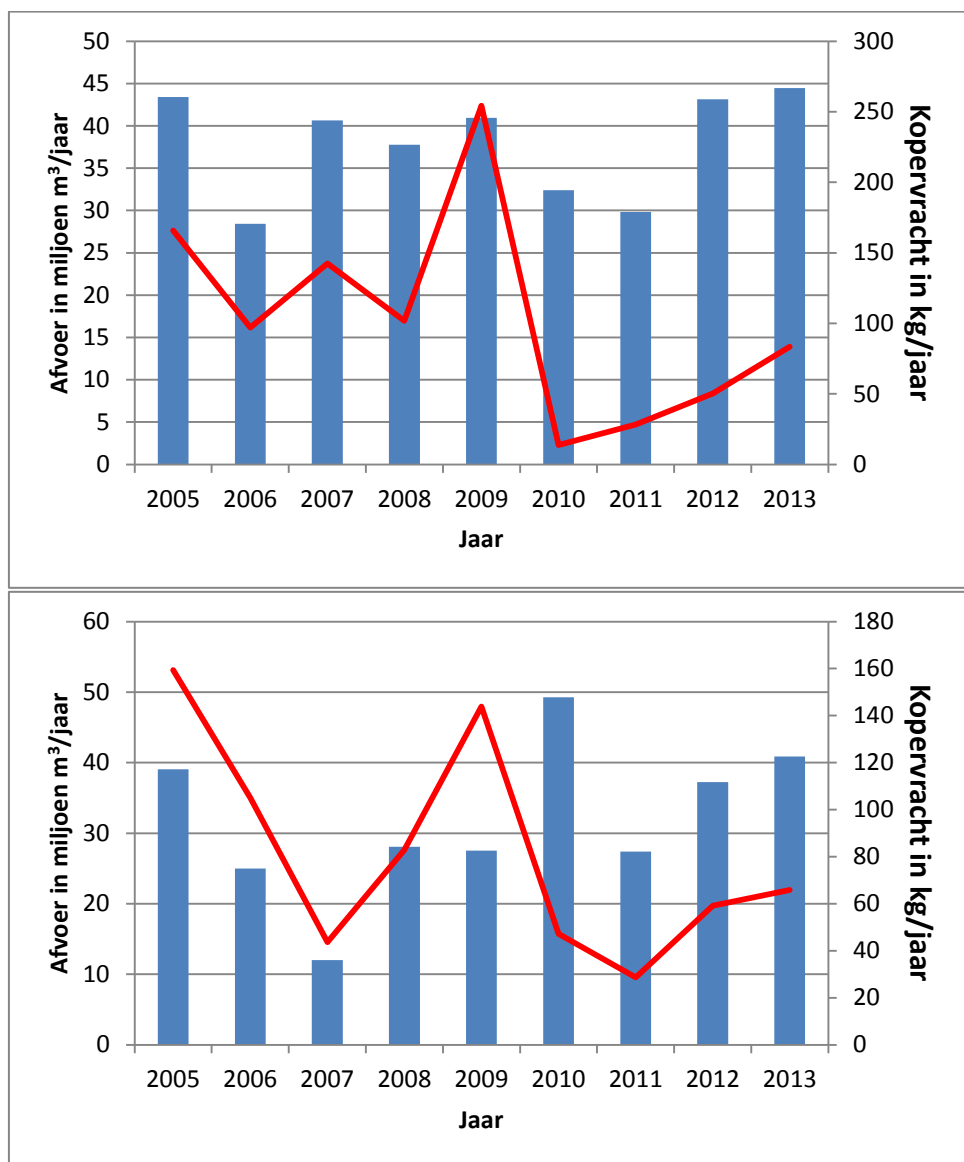


Figuur 3.6. De totaal-P en totaal-N belasting in het Veerse Meer gebaseerd op informatie van de Emissieregistratie (Bron Emissieregistratie, 2013)

3.3.3 Vrachten van vervuilende stoffen

Koper is een probleemstof in het Veerse Meer (Bellert *et al.* 2014). Vrachten van koper via de lozingen van poldergemalen naar het Veerse Meer blijken in de periode 2005-2013 variabel met aanzienlijk lagere vrachten vanuit de gemalen die direct op het Veerse Meer lozen in de laatste jaren (2010-2013). De reeks is te kort om te kunnen bepalen of hier sprake is van een statistisch significante trend (Figuur 3.7).

Het Kanaal door Walcheren is in het verleden zwaar verontreinigd met koper door industriële lozingen in Middelburg, en was daarmee een bron van kopervrachten naar het Veerse Meer (Holland *et al.* 2004). De sanering van de waterbodembodem van het kanaal wordt in najaar 2015 afgerond.



Figuur 3.7. Waterafvoer (blauwe staaf) en kopervracht (rode lijn) per jaar via de belangrijkste gemalen die direct op het Veerse Meer lozen (boven), en via de gemalen die op het Kanaal door Walcheren lozen (onder).

4 Bathymetrie en sedimentsamenstelling

Dit hoofdstuk beschrijft de ontwikkelingen in diepte en sedimentsamenstelling van het watersysteem, dus het gebied onder NAP. De ontwikkelingen in de oevers boven NAP worden niet beschreven.

4.1 Bathymetrie (morfologie)

4.1.1 Monitoring

Voor de bathymetrie zijn op vaklodingen gebaseerde kaarten van 2002, 2008 en 2014 beschikbaar gesteld door Rijkswaterstaat Zee en Delta. De eveneens beschikbare kaart van 1990 is in deze rapportage niet gebruikt. De gegevens betreffen rasterdata met een 20 m x 20 m resolutie. De minimale diepte die in de kaarten is opgenomen is NAP-0,57 m, NAP-1,14 m en NAP-0,66 m voor respectievelijk 2002, 2008 en 2014. De in de winter droogvallende delen dan wel de ondiepe gebieden bij zomerpeil (hoger dan circa NAP-1,0 m tot NAP-0,5 m) zijn niet in de bathymetriekaarten opgenomen. Op basis van deze gegevens kan derhalve geen uitspraak gedaan worden over de (morfologische) ontwikkeling van de droogvallende gebieden of de intergetijdengebieden.

4.1.2 Bathymetrie (morfologie)

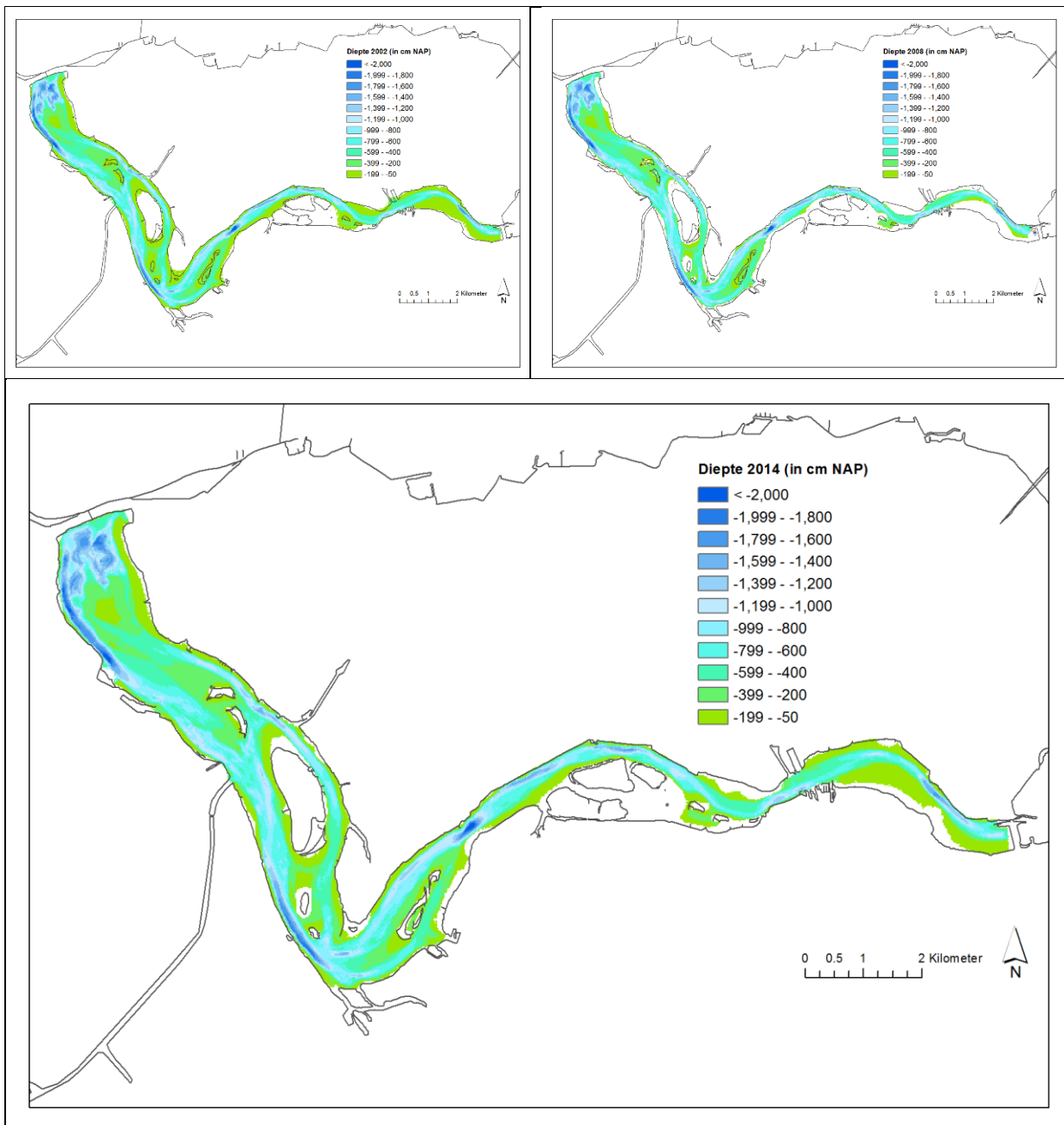
Figuur 4.1 toont de bathymetrie van het Veerse Meer in de drie verschillende jaren. De geul van -10 tot -12 m NAP diepte met daarin diepere putten tot meer dan -20 m NAP is duidelijk zichtbaar naast aanzienlijk ondiepe gebieden. Op het oog zijn er geen verschillen tussen de drie jaren zichtbaar.

In Figuur 4.2 is daarom het verschil tussen 2014 en 2002 getoond waarbij negatieve waarden een verdieping en positieve waarden een verondieping in 2014 ten opzichte van 2002 aangeven. Uit de figuur blijkt dat verschillen over het algemeen klein zijn. Het vlekkerige patroon bijvoorbeeld in het westen ter hoogte van de Veerse Gatdam wordt zeer waarschijnlijk veroorzaakt door interpolatie- en extrapolatietechnieken van de originele gegevens naar het raster. Vooral bij steile bodemgradiënten kan een afstand van enkele meters een verschil uitmaken in de gemeten diepte van tientallen centimeters. Wanneer verschillende jaren niet op exact hetzelfde punt gemeten hebben, kunnen door interpolatie naar hetzelfde raster dergelijke verschillen ontstaan.

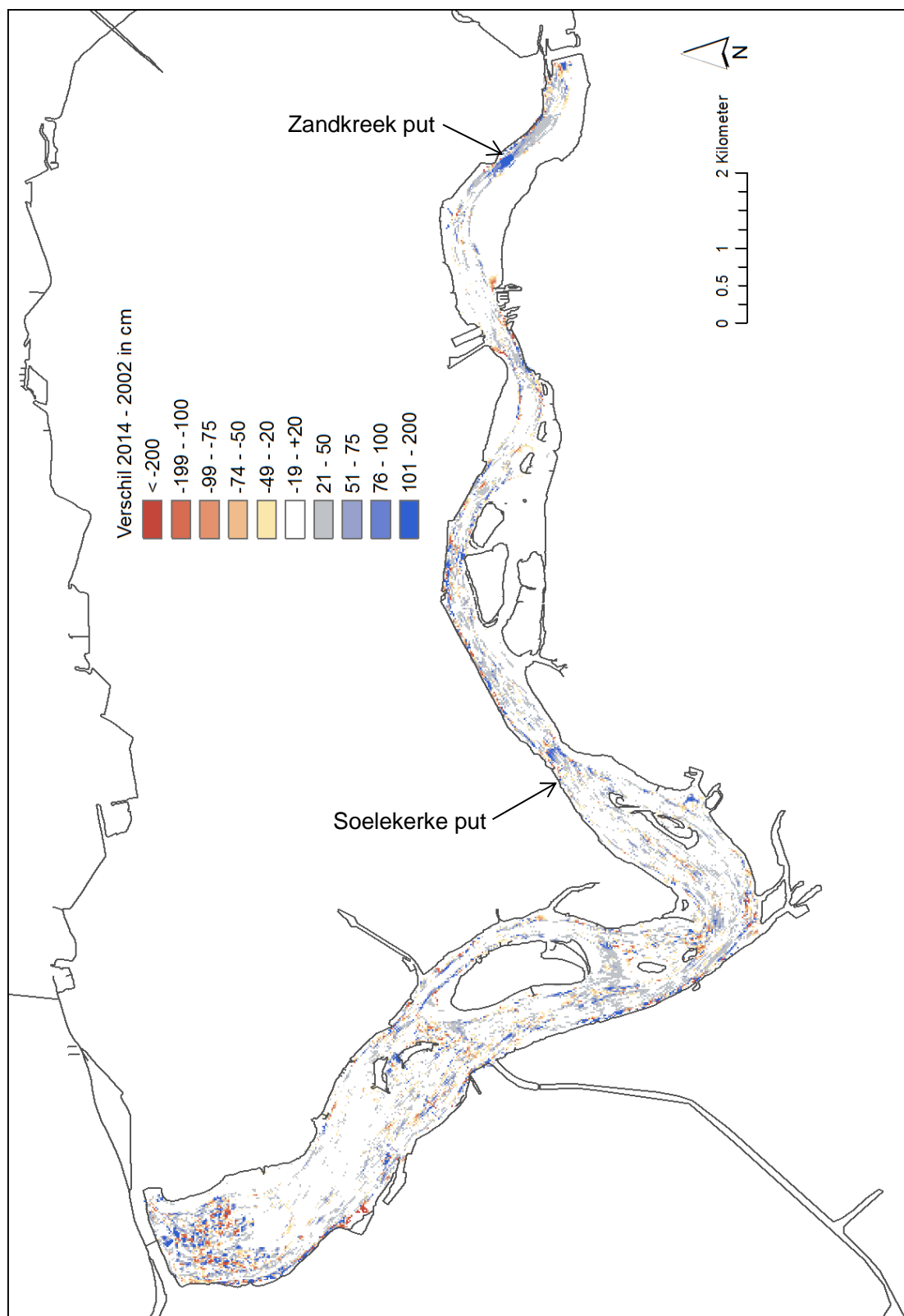
De enige structurele verandering die geobserveerd wordt, is de verondieping van de Zandkreek put (overeenkomend met TSO-locatie 16, Tabel 6.1). Over een relatief groot areaal is de bodem ondieper geworden tot maximaal circa 1,5 m ondieper in het diepste punt van de put. Deze locatie is aangewezen als stortlocatie voor specie, en hier is in 2009-2012 in 3 keer nog in totaal 20.000 m³ gestort. Dit kan de oorzaak zijn van de lokale verondieping.

Op kleinere schaal is mogelijk ook een verondieping zichtbaar in de Soelekerke put (TSO-locatie 10).

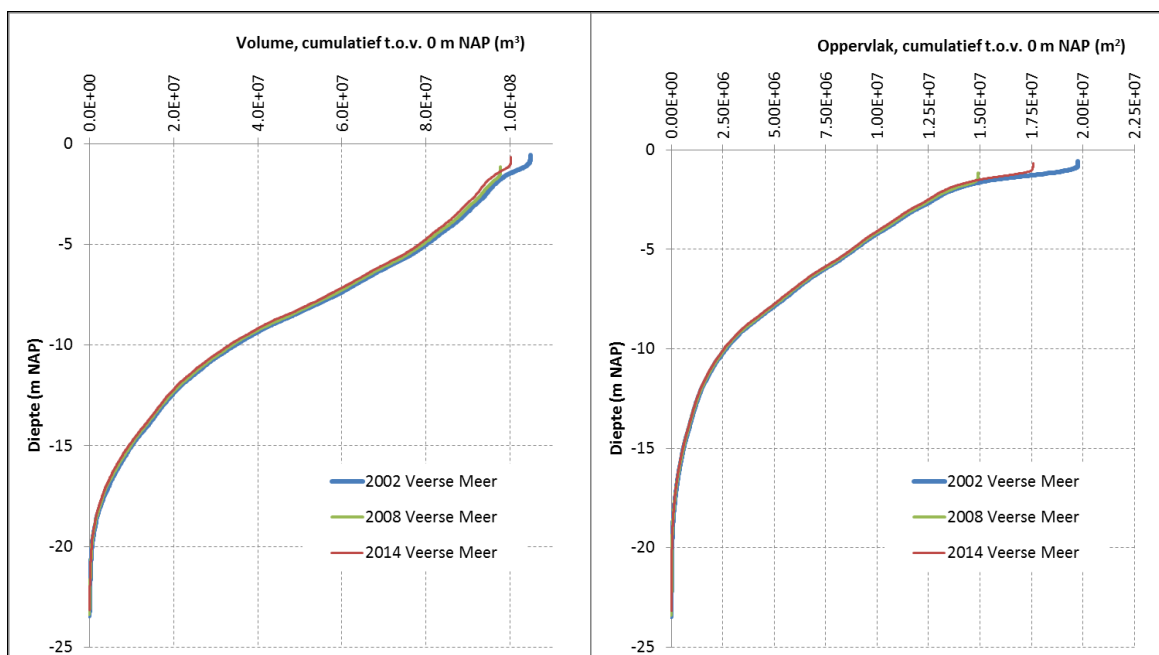
Het cumulatief verloop van volume en oppervlak met de diepte laat eveneens zien dat er weinig verschil is tussen de verschillende jaren. De verschillen die boven circa NAP-1 m ontstaan zijn waarschijnlijk het resultaat van onnauwkeurigheid van de meetmethode in zeer ondiep water (Figuur 4.3).



Figuur 4.1 Bathymetrie van het Veerse Meer (in cm NAP) in 2002 (linksboven), 2008 (rechtsboven) en 2014 (onder). Bron: Rijkswaterstaat Zee en Delta



Figuur 4.2 Verschil in bathymetrie (in cm) tussen 2014 en 2002. Negatieve waarden (rode tinten) geven aan dat in 2014 de bodem dieper is dan in 2002; Positieve waarden (blauwe tinten) dat in 2014 de bodem ondieper is dan in 2002. Een structurele verondieping is zichtbaar in de Zandkreek put en mogelijk de Soelekerke put.



Figuur 4.3 Cumulatief verloop van volume (links) en oppervlak (rechts, hypsometrische curve) ten opzichte van NAP.

Samenvatting: Bathymetrie (morfologie) dieper dan NAP-1 m	
<i>Vóór doorlaatmiddel (2002)</i>	Geul met diepte van NAP-10/-12 m met diepe putten tot meer dan NAP-20 m diep. Areaal tussen NAP-1,5 m en NAP is circa 500 ha.
<i>Na doorlaatmiddel (2008)</i>	Op het oog geen verandering. Analyse van morfologische verandering van het intergetijdengebied niet mogelijk wegens ontbreken data.
<i>Na aanpassing winterpeil (2014)</i>	Voor het overgrote deel geen verandering. Ten opzichte van 2002 is 1 tot 1,5 m verondieping van de Zandkreek put opgetreden, waarschijnlijk door de storting van baggerspecie. Mogelijk is de put bij Soelekerkepolder Oost enigszins verondiept door de sedimentatie van slib. Effect van peilbesluit op de morfologie van de (voorheen) droogvallende gebieden is niet te bepalen vanwege het ontbreken van meetgegevens

4.2 Sedimentsamenstelling

4.2.1 Monitoring

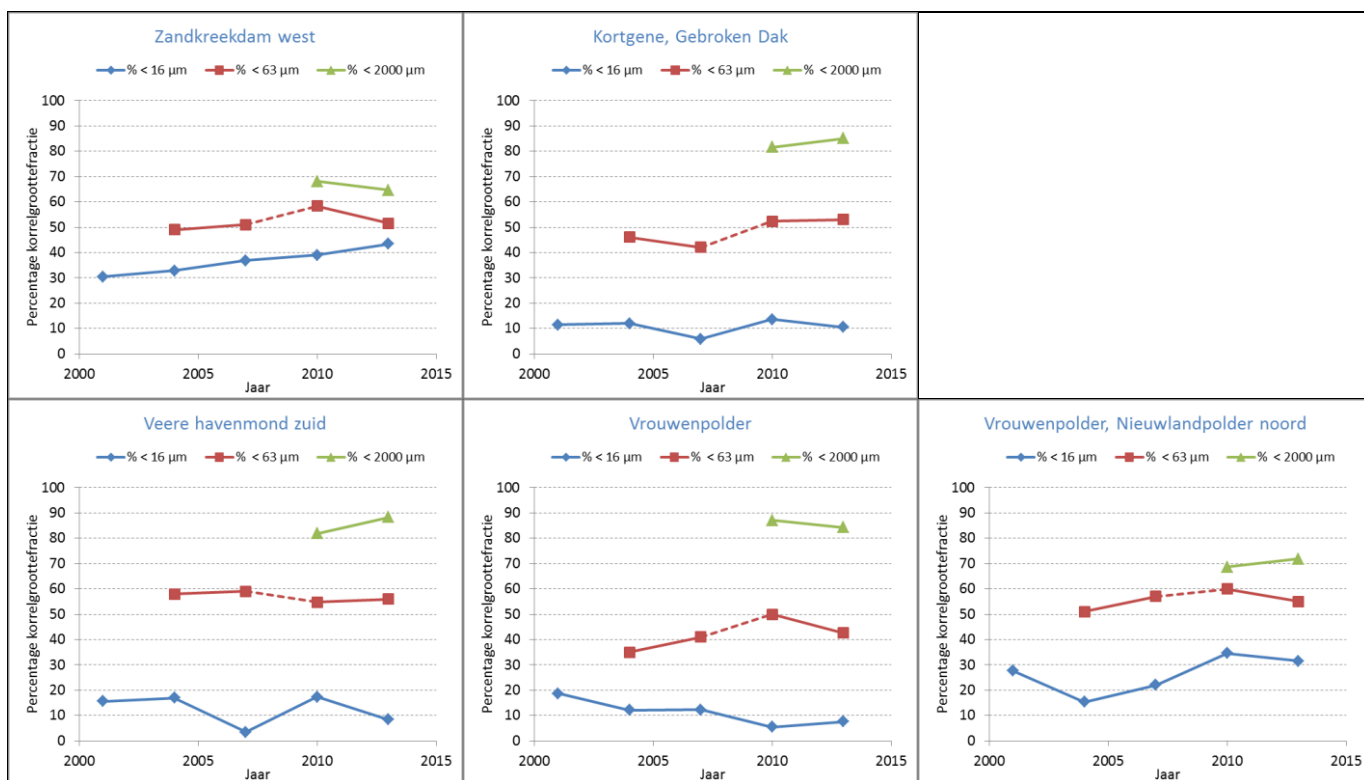
De analyse van de sedimentmonsters is uitgevoerd door Rijkswaterstaat. De korrelgrootte verdeling van de monsters is bepaald met laserdiffractie door de Malvern Mastersizer. Tevens zijn organisch stof gehalte en slib gehalte ($<16 \mu\text{m}$) bepaald. De waarden worden weergegeven als gewichtspercentages van het drooggewicht van het totale sedimentmonster, waaruit vooraf grote schelpen en bodemdieren zijn verwijderd. De korrelgrootteverdeling en het percentage organisch koolstof worden eens in de drie jaar gemeten op vijf locaties (Tabel 4.1; Figuur 4.4). De bemonstering vindt in maart, april of mei plaats.

Tabel 4.1 Overzicht van meetlocaties voor bepaling van korrelgrootteverdeling en percentage organisch koolstof in het Veerse Meer. Dieptes zijn afgelezen van de 2014 bathymetrie. (bron: Servicedesk data)

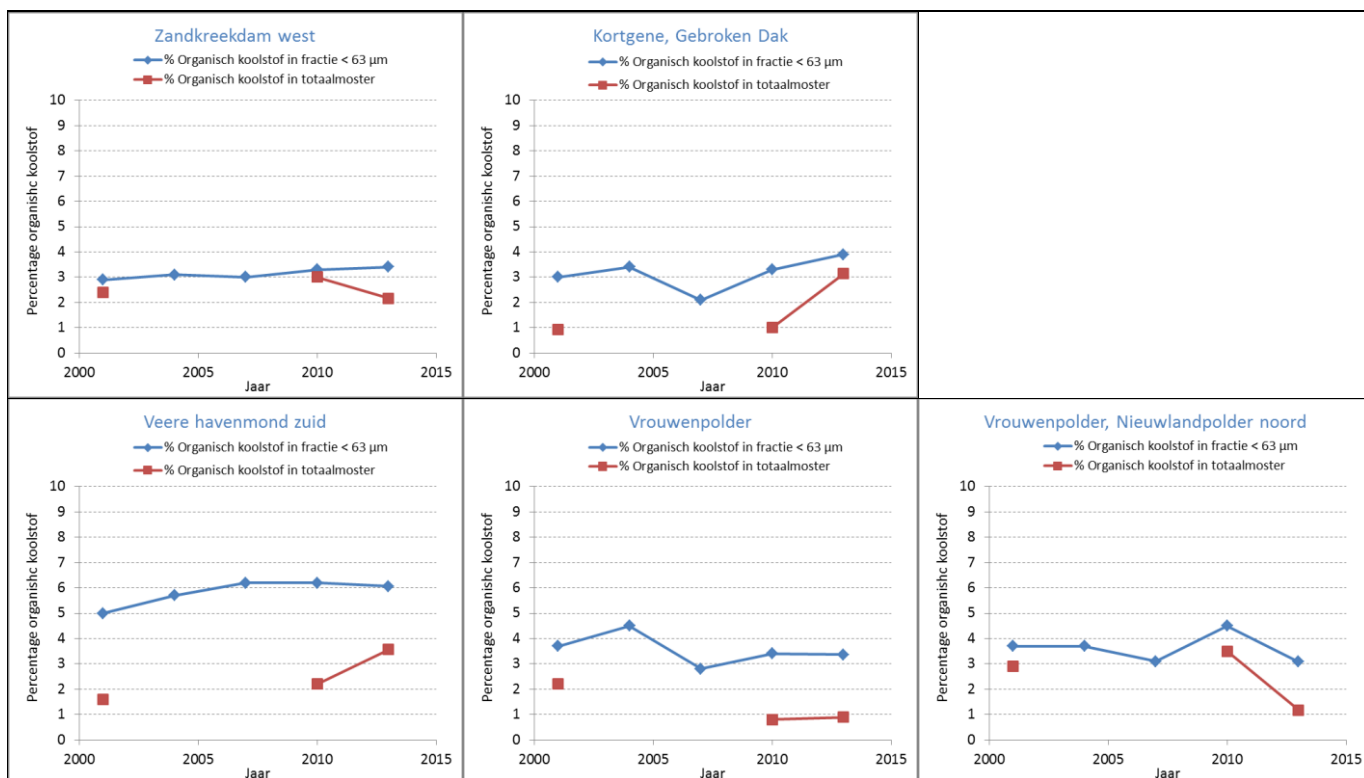
Locatie	Diepte (m NAP)
1. Zandkreekdam west	-9
2. Kortgene, Gebroken Dak	-7
3. Veere havenmond zuid	-7
4. Vrouwenpolder	-9
5. Vrouwenpolder, Nieuwlandpolder noord	-10



Figuur 4.4 Kaart met meetlocaties uit Tabel 4.1



Figuur 4.5 Korrelgrootteverdeling van 2001 tot 2014 op vijf locaties in het Veerse Meer. NB: Tussen 2007 en 2010 is de analysemethode voor '% $63 \mu\text{m}$' gewijzigd. Dit is aangegeven met een stippellijn.



Figuur 4.6 Percentage organisch koolstof van 2001 tot 2014 op vijf locaties in het Veerse Meer.

4.2.2 Korrelgrootteverdeling en percentage organisch materiaal

De korrelgrootteverdeling is beschikbaar in drie klassen: < 16 μm , < 63 μm en tussen 16 en 2000 μm . Voor Figuur 4.5 is de fractie < 2000 μm berekend door de fracties '< 16 μm ' en 'tussen 16 en 2000 μm ' bij elkaar op te tellen. Figuur 4.5 toont het verloop van de korrelgrootteverdeling van 2001 tot 2014. Omdat het aantal datapunten klein is zowel in ruimte (5 locaties) als in tijd (5 jaren), kunnen geen harde uitspraken over ruimtelijke spreiding en trends in de tijd gedaan worden. Het aantal datapunten is sowieso te gering om een verandering als gevolg van de ingebruikname van de Katse Heule of het peilbesluit te detecteren. Evenmin is bekend in hoeverre deze locaties representatief zijn om algemene uitspraken over (de ontwikkeling van) het Veerse Meer te doen.

Met uitzondering van de fractie <16 μm op de locatie Zandkreekdam die een stijgende trend laat zien, lijkt de korrelgrootteverdeling niet trendmatig te variëren. Een reden voor deze toename op Zandkreekdam west is niet voorhanden. Waarschijnlijk hangt dit samen met de stort van slibrijke havenspecie die in dit deel van het meer gestort wordt (zie §4.1.2). Een andere mogelijke verklaring is import van fijn materiaal vanuit de Oosterschelde dat in de eerste diepe putten na de Zandkreekdam uitzakt doordat de stroomsnelheden in het Veerse Meer veel lager zijn dan in de Oosterschelde. Alle locaties samen nemend varieert de fractie <16 μm tussen 10-40%, de fractie <63 μm tussen 40-60% en de fractie <2000 μm tussen 60-90%.

Het percentage organisch koolstof laat geen duidelijke trendmatige verandering zien over de periode 2001-2014 (Figuur 4.6). Het percentage in de fractie <63 μm varieert ruwweg tussen 3% en 4% met uitzondering van locatie Veere havenmond zuid, waar het percentage 5% tot 6% is. Grofweg aannemende dat de fractie <63 μm ongeveer 50% van het totaal is (Figuur 4.6), is het percentage organisch koolstof in het sediment op deze locaties de helft van de genoemde getallen, respectievelijk 1,5%-2% en 2,5-3%.

Samenvatting: Sedimentsamenstelling	
<i>Vóór doorlaatmiddel (2000-2004)</i>	Het aantal meetpunten is beperkt (5) evenals het aantal jaren waarin gemeten is (5). Het is daarom niet mogelijk harde uitspraken te doen op basis van deze gegevens.
<i>Na doorlaatmiddel (2008)</i>	Voor korrelgrootteverdeling en percentage organisch koolstof zijn geen trends te zien met uitzondering van een toenemende trend van de fractie < 16 μm op locatie Zandkreekdam west.
<i>Na aanpassing winterpeil (2010-2013)</i>	Mogelijk hangt deze toename samen met de stort van baggerspecie in dit deel van het meer.

5 Waterkwaliteit

In dit hoofdstuk worden de ontwikkelingen van een aantal fysisch-chemische parameters beschreven, en van zwevende stof, nutriënten en verontreinigende stoffen.

5.1 Monitoring

Waterkwaliteitsgegevens worden gemeten in het MWTL monitoringprogramma van Rijkswaterstaat. De gegevens die hier gepresenteerd worden zijn afkomstig van metingen van monsterpunt Soelekerkepolder Oost, tenzij anders vermeld (Figuur 5.1). Hier wordt 1-2 maal per maand gemeten. Omdat dit meetpunt het enige doorlopende MWTL-meetpunt voor waterkwaliteit in het Veerse Meer is, worden deze data hier gepresenteerd. In het verleden werd ook op andere punten waterkwaliteit gemeten, maar die metingen zijn niet voortgezet na 2007. Saliniteit en watertemperatuur wordt op drie locaties continu gemeten met meetpalen (Figuur 5.1).

Een gedetailleerde analyse van de ontwikkeling in waterkwaliteit over de gehele periode van monitoring (vanaf 1972) is apart gerapporteerd (De Vries 2015).

5.2 Saliniteit (chloride)

Het Veerse Meer is door de opening van de Katse Heule aanzienlijk zouter geworden. De huidige saliniteit (22-30 ppt¹) is in de zomer maar weinig lager dan die in de Oosterschelde (Wissenkerke 32 ppt). De seizoensvariatie is hetzelfde gebleven. Het Veerse Meer is in de (na)zomer zouter dan in de winter. Het verschil is ongeveer 8 ppt. De verticale verschillen zijn door de Katse Heule sterk verminderd. Op locatie Soelekerkepolder Oost bedroeg de verticale gradiënt vóór de opening van de Katse Heule meer dan 5 ppt, na de opening nog slechts 2 ppt (zie ook §6.2).

Door de grotere uitwisseling via de Katse Heule is, evenredig met het toegenomen zoutgehalte, het aandeel zoet water in het Veerse Meer sterk verminderd, van jaargemiddeld ongeveer 45% naar ongeveer 15%. In de winter kan het aandeel zoetwater nog oplopen tot 30%, nog steeds aanzienlijk minder dan in de periode Vóór de Katse Heule. De oorzaak is niet een verminderde polderbelasting, maar een grotere uitwisseling met de Oosterschelde waardoor het zoete water wordt verdund en afgevoerd.

Figuur 5.2 toont de daggemiddelde saliniteit gemeten op locaties VM4 en VM5. De seizoensvariatie met hogere saliniteit in de zomer en lagere saliniteit in de winter, evenals de sprong in saliniteit na de ingebruikname van de Katse Heule in 2004 springen het meest in het oog.

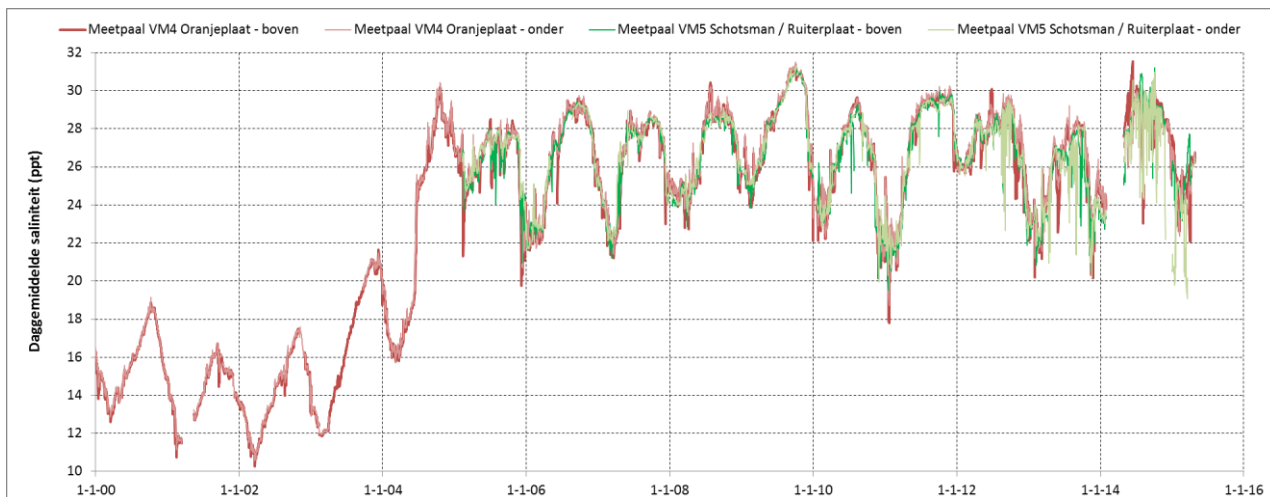
5.3 Temperatuur

De watertemperatuur in het Veerse Meer varieerde in de periode 2000-2014 tussen 0,5 en 24,0 graden Celsius (Figuur 5.3). De gemiddelde jaartemperatuur ligt tussen 10,9 en 13,0 graden Celsius en vertoont geen trendmatige verandering (Figuur 5.4).

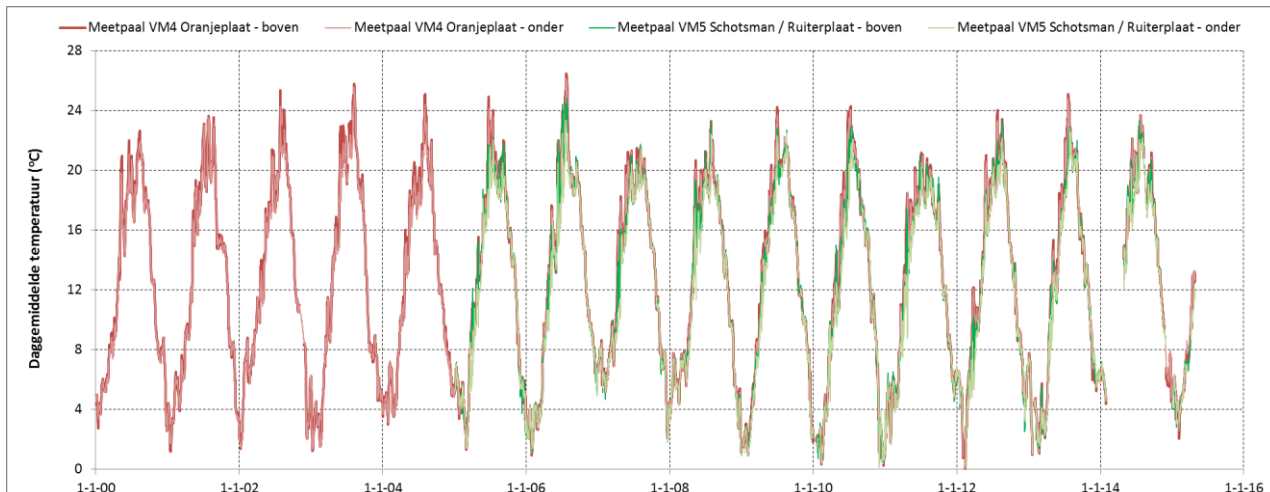
¹ De afleiding van saliniteit en chlorositeit uit geleidbaarheidsmetingen is beschreven in RWS (2005). Saliniteit wordt in waterbase dimensieloos weergegeven, maar komt overeen met g/kg = ‰ = ppt (parts per thousand).



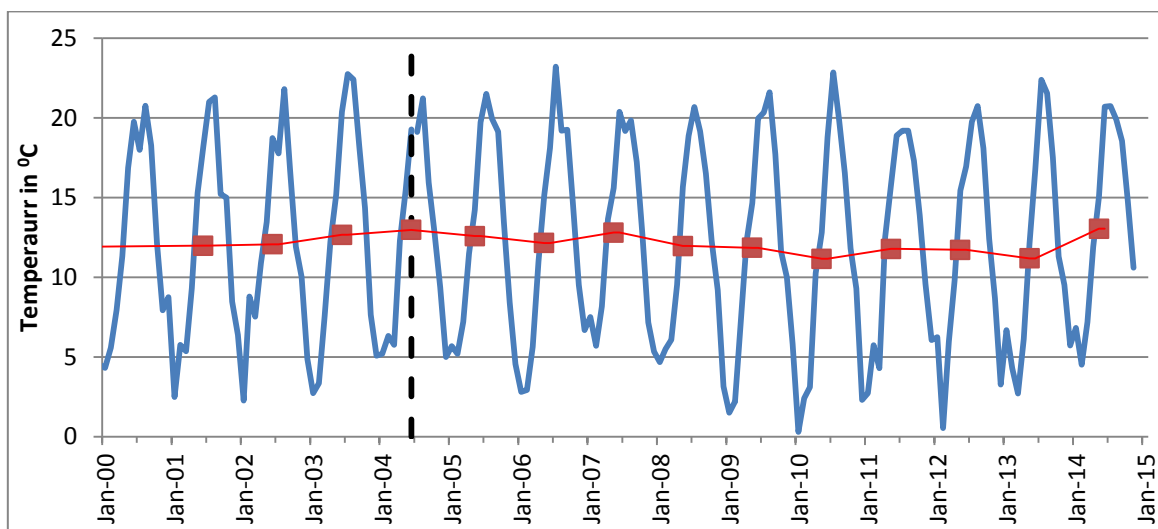
Figuur 5.1 Kaart met MWTL meetlocatie Soelekerkepolder Oost en locaties van meetpalen



Figuur 5.2 Daggemiddelde gemeten saliniteit (in ppt) op locaties VM4 en VM5



Figuur 5.3 Daggemiddelde gemeten watertemperatuur (in °C) op locaties VM4 en VM5



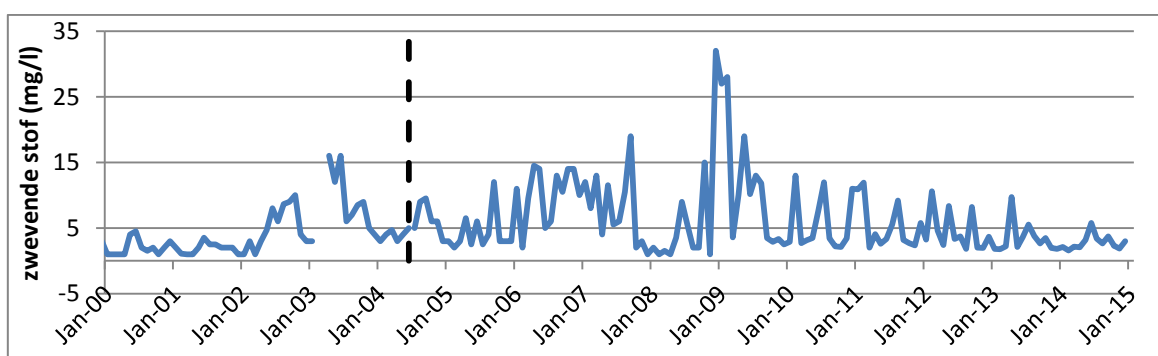
Figuur 5.4 Maandgemiddelde (blauw) en jaargemiddelde (rood) watertemperatuur, gemeten aan het oppervlak. De stippellijn geeft het moment van ingebruikname van de Katse Heule.

5.4 Zwevende stof en doorzicht

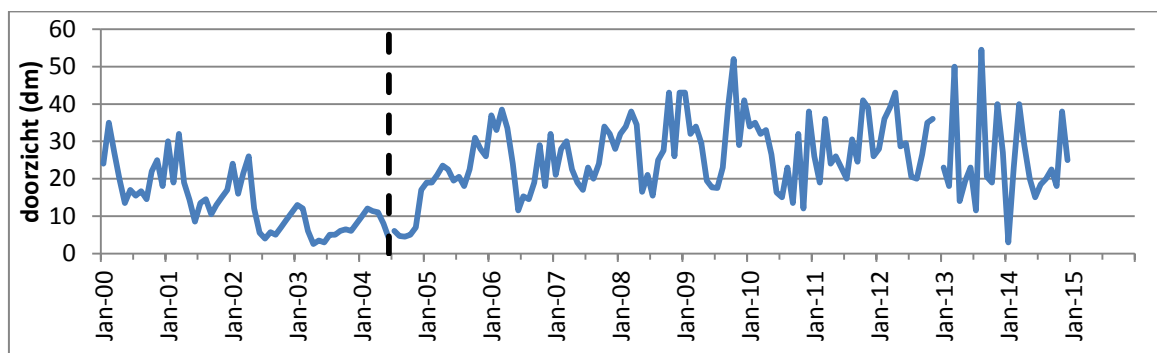
Na de opening van de Katse Heule is de concentratie zwevende stof toegenomen (Figuur 5.5). Deze toename wordt veroorzaakt door toegenomen concentraties in de winterperiode december-januari (gemiddeld 6,6 mg/l), vooral in de jaren 2006-2012, die 2-3 maal hoger zijn dan de concentraties in de jaren voor ingebruikname van het doorlaatmiddel (gemiddeld 2.4 mg/l). In de recente jaren (2013-2014) is de hoeveelheid zwevende stof in die maanden weer afgenomen. Overigens zijn de zwevendstofconcentraties nog steeds laag, in de periode april-november gemiddeld 6 mg/l.

De tijdelijke toename van de zwevendstofconcentratie na de opening van de Katse Heule verloopt min of meer synchroon met eenzelfde tijdelijke toename in de hele Oosterschelde (De Vries 2014). De hoeveelheid zwevend stof is erg variabel, zonder herkenbaar seizoenspatroon.

Het doorzicht nam in de jaren voor de opening van de Katse Heule geleidelijk af en varieerde in 2003-2004 tussen 2 en 17 dm (Secchi diepte). In het groeiseizoen maart-september was het doorzicht in de jaren 2000-2004 gemiddeld 11 dm, en dit is na de opening van de Katse Heule meer dan verdubbeld tot gemiddeld 24 dm (Figuur 5.6).



Figuur 5.5. Maandgemiddelde zwevende stof concentratie. De stippellijn geeft het moment van ingebruikname van de Katse Heule.



Figuur 5.6. Maandgemiddelde doorzicht. De stippellijn geeft het moment van ingebruikname van de Katse Heule.

5.5 Nutriëntenconcentraties

De orthofosfaatconcentraties in het Veerse Meer zijn sterk gedaald na de ingebruikname van de Katse Heule (Figuur 5.7). De concentraties vertonen een typisch seizoenspatroon met minimum concentraties in april en maximale concentraties in het najaar en het begin van de winter. De concentraties in najaar/winter zijn gedaald tot gemiddeld 0,17 mg P/l (was 0,42 mg P/l in 2000-2004). Het voorjaarsminimum is ook lager geworden na de opening van de Katse Heule en is nu gemiddeld 0,045 mg P/l, wat overigens nog steeds boven het niveau is waar fosfaatconcentraties limiterend worden voor de groei van fytoplankton (<0,014 mg P/l; (Fisher *et al.* 1988, Peeters & Peperzak 1990, Fisher *et al.* 1992).

Opvallend is ook dat de maximale fosfaatconcentraties bij de bodem, die gedurende de zomer altijd stijgen als gevolg van mineralisatie en desorptie in het sediment, zijn afgenomen tot ongeveer 1/5 van de concentraties in de periode vóór de Katse Heule.

Ook voor de concentraties van opgelost anorganisch stikstof (DIN: ammonium+nitriet+nitraat) geldt dat deze sterk zijn afgenomen na de ingebruikname van de Katse Heule (Figuur 5.8). De stikstofconcentraties vertonen een seizoenspatroon met maximale concentraties in de wintermaanden (januari-maart, vóór het begin van de fytoplanktonbloei) en dalen tot minimale concentraties in de zomerperiode. De gemiddelde winterconcentraties zijn na ingebruikname van de Katse Heule gedaald tot 1,4 mg N/l, wat aanzienlijk lager is dan de concentratie in 2000-2004 (2,2 mg N/l). De afname in de stikstofconcentratie is relatief minder groot dan die van fosfaat.

Het typische seizoenspatroon met een minimum in de zomer en een maximum bij de start van het voorjaar wordt veroorzaakt door de biologische cyclus van opname door fytoplankton en mineralisatie, en door de hogere zoetwaterbelasting in de winter. De zomerconcentratie is langdurig laag (mei-september) met een daling tot ongeveer 0,04 mg N/l, wat in de buurt komt van limiterende concentraties (0,028 mg/l). Er is geen verschil in stikstofconcentraties in de zomer tussen de periode vóór en na de Katse Heule.

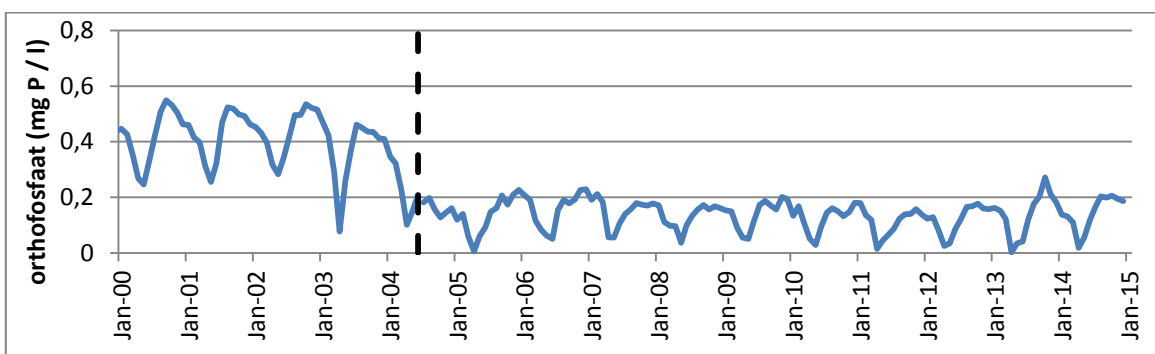
Het aandeel van NH_4^+ in DIN is heel laag in het voorjaar (maart, 5%) en stijgt in de huidige situatie tot 70% in september-oktober. De benutting en recycling van stikstof, zowel de nieuwe als de regeneratieproductie, is in het Veerse Meer dus heel intensief.

In de waterlaag bij de bodem bestaat het DIN in de zomer voor nagenoeg 100% uit ammonium, maar de sterke zomerse concentratiestijging is na de opening van de Katse Heule nagenoeg verdwenen.

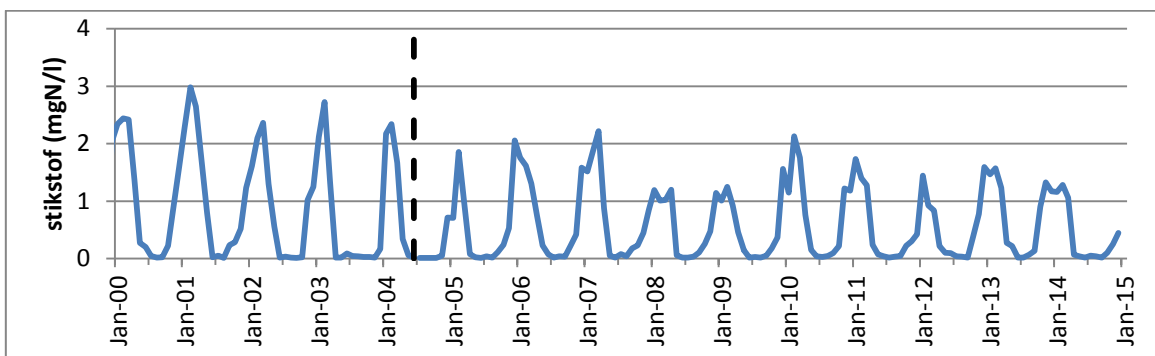
De seizoensdynamiek in de silicaatconcentraties laat eveneens maximale concentraties in de wintermaanden zien, met een snelle afname in het voorjaar als gevolg van opname door fytoplankton (Fig. 5.9). De laagste concentraties komen voor in de maanden april-juni. De

winterconcentraties zijn gedaald van gemiddeld 6,1 mg Si/l in 2000-2004 tot 2,8 mg Si/l in de periode na de ingebruikname van de Katse Heule. De concentraties in de minimum periode in het voorjaar zijn eveneens sterk gedaald, van gemiddeld 3,8 mg/l naar 0,5 mg Si/l, wat nog steeds ruim boven de limiterende concentratie van 0,06 mg Si/l is.

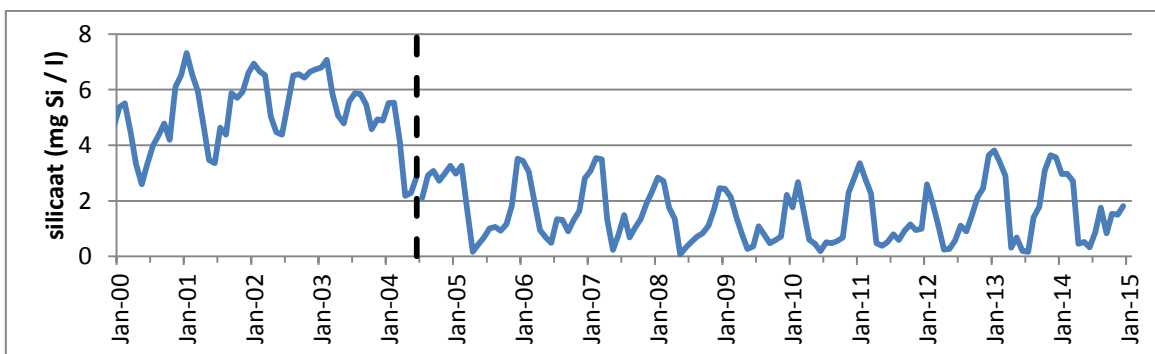
Wat opvalt bij de silicaatconcentraties is dat de voorjaarsminima in de laatste jaren voor de opening van de Katse Heule stegen van 3,6 naar 5.9 mg Si/l wat duidt op een verminderde groei van kiezelwieren tijdens de voorjaarsbloei.



Figuur 5.7. Maandgemiddelde orthofosfaat concentraties. De stippellijn geeft het moment van ingebruikname van de Katse Heule.



Figuur 5.8. Maandgemiddelde opgelost anorganisch stikstof ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$) concentraties. De stippellijn geeft het moment van ingebruikname van de Katse Heule.



Figuur 5.9. Maandgemiddelde silicaat concentraties. De stippellijn geeft het moment van ingebruikname van de Katse Heule.

5.6 Verontreinigende stoffen

Monitoring

Binnen de KRW worden drie soorten monitoring onderscheiden. De Toestand en Trend Monitoring (T&T), de Operationele monitoring (OM) en de zogenaamde Monitoring Nader Onderzoek (Investigative Monitoring). Alle prioritaire en stroomgebied-specifieke verontreinigende stoffen dienen één keer per planperiode van 6 jaar te worden gemeten voor de T&T monitoring (Faber et al. 2011). Voor de Operationele Monitoring dient jaarlijks gemeten te worden voor die stoffen, waarvoor een waterlichaam “at risk” is en de doelstelling voor 2015 niet gehaald dreigt te worden. De prioritaire stoffen worden 12 keer per jaar, minimaal 1 keer per maand bemonsterd, met uitzondering van bestrijdingsmiddelen, die alleen in het groeiseizoen mogen worden gemeten. De specifiek verontreinigende stoffen worden 4 keer per jaar bemonsterd, waarbij de bemonstering minimaal 1 keer per kwartaal plaatsvindt. In 2007 is het KRW monitoringsprogramma gestart. Er zijn dus slechts een beperkt aantal monitoringgegevens beschikbaar waarover de beoordeling van de huidige toestand kan worden gemaakt.

Toetsing

In het Veerse Meer overschrijden geen van de prioritaire stoffen van de KRW de normen. Van de specifiek verontreinigende stoffen zijn boor en koper als probleemstof aangemerkt. Boor is een probleemstof in alle zoute Deltawateren, wat wijst op een oorzaak die niet specifiek voor het Veerse Meer geldt. (Bellert et al. 2014).

Samenvatting: Waterkwaliteit	
<i>Vóór doorlaatmiddel (2000-2004)</i>	Saliniteit minder dan 20 ppt. Afnemend doorzicht en hoge concentraties van fosfaat en stikstof.
<i>Na doorlaatmiddel (2004-2014)</i>	Saliniteit sterk toegenomen tot 22-30 ppt, het doorzicht is sterk verbeterd en de concentraties van fosfaat en stikstof zijn sterk gedaald. Koper en boor zijn probleemstoffen in de KRW-toetsing.
<i>Na aanpassing winterpeil (2009-2014)</i>	Er is geen effect op de waterkwaliteit waargenomen.

6 Stratificatie en zuurstof

Dit hoofdstuk beschrijft de veranderingen in stratificatie (gelaagdheid) in de periode 2000-2014, en de effecten van de veranderingen op de zuurstofhuishouding.

6.1 Monitoring

Rijkswaterstaat voert TSO metingen (Temperatuur, Saliniteit, O₂ Zuurstof) uit, waarbij op een raai van 17 locaties in het Veerse Meer verticale profielen met een verticale stap van circa 1 meter worden gemeten (Tabel 6.1, Figuur 6.1). De vaartochten zijn eens per maand en vanaf 2004 twee keer per maand in de maanden april tot en met oktober. Sinds april 2012 wordt de TSO-meting nog slechts op 1 locatie voortgezet. Deze locatie Soelekerkepolder Oost komt overeen met de gelijknamige MWTL-locatie.

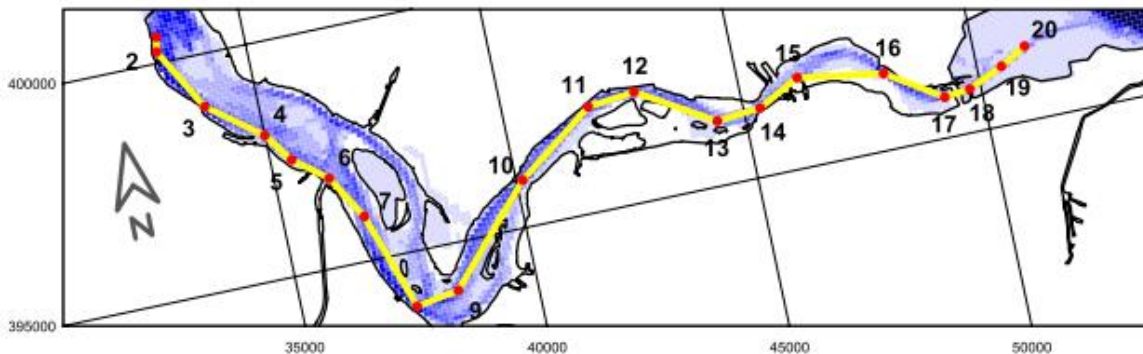
Figuren van de meetgegevens en meetlocaties zijn [hier](#)² te zien. De meetgegevens zijn opgevraagd bij Rijkswaterstaat Zee en Delta. De TSO meetset bevat de volgende gegevens:

- | | |
|--|------------------------|
| 1. Temperatuur (°C) | – Beschikbaarheid 100% |
| 2. pH (-) | – Beschikbaarheid 87% |
| 3. Zuurstof (mg/l) | – Beschikbaarheid 100% |
| 4. Zuurstofverzadiging (%) | – Beschikbaarheid 100% |
| 5. Geleidendheid (mS/cm) | – Beschikbaarheid 100% |
| 6. Geleidendheid bij 20 °C (mS/cm) | – Beschikbaarheid 15% |
| 7. Saliniteit (ppt) | – Beschikbaarheid 100% |
| 8. Chloride (mg/l) | – Beschikbaarheid 99% |
| 9. Chlorofyl-a (µg/l) | – Beschikbaarheid 5% |
| 10. Turbiditeit (meetset geeft geen eenheid) | – Beschikbaarheid 20% |

Tabel 6.1 Overzicht van TSO locaties in het Veerse Meer – Vanaf april 2012 is alleen locatie 10 Soelekerkepolder Oost nog in gebruik (bron: Rijkswaterstaat Zee en Delta).

Locatie nr	Locatie naam	Diepte (m NAP)
1		-19,8
2		-17,0
3	Vrouwenpolder	-25,5
4		-6,1
5	Schotsman	-16,7
6		-7,8
7		-9,6
8	De Piet	-20,7
9		-8,5
10	Soelkerkepolder Oost (Soelekerke)	-25,8
11		-9,5
12	Middelplaten	-17,0
13		-8,2
14	Kortgene	-12,8
15		-6,0
16	Zandkreek	-18,8
17		-12,7

² http://waterberichtgeving.rws.nl/nl/monitoring_waterkwaliteit_tso-metingen_veerse-meer.htm



Figuur 6.2 Kaart van TSO locaties in het Veerse Meer – Vanaf april 2012 is alleen locatie 10 Soelekerkepolder Oost nog in gebruik (bron: Rijkswaterstaat Zee en Delta).

6.2 Stratificatie

Stratificatie is het verschil in dichtheid in de verticaal van een waterkolom, waardoor verschillende waterlagen ontstaan die gescheiden worden door een spronglaag. De dichtheid wordt bepaald door de temperatuur en de saliniteit. Om het verloop van stratificatie in de periode 2000-2014 te tonen is de volgende selectie gemaakt:

- Onderscheid in locatie, waarbij
 - Locatie 3 Vrouwenpolder representatief is voor het westelijk deel
 - Locatie 10 Soelekerkepolder Oost representatief is voor het centrale deel, en
 - Locatie 16 Zandkreek representatief is voor het oostelijk deel
- Onderscheid in periode, waarbij
 - Periode 2000-2003 de periode voor de ingebruikname van de Katse Heule weergeeft
 - Periode 2005-2008 de periode na ingebruikname van de Katse Heule en voor de uitvoering van het peilbesluit weergeeft, en
 - Periode 2009-april 2012 de periode na de uitvoering van het peilbesluit weergeeft voor alle locaties behalve Locatie 10 Soelekerkepolder Oost
 - Periode 2011-2014 de periode na de uitvoering van het peilbesluit weergeeft voor Locatie 10 Soelekerkepolder Oost – Dit is in principe de beste periode voor vergelijking omdat het een equivalente 4-jaars periode is en omdat dan alleen het nieuwe hogere winterpeil van -0,30 m NAP ingesteld is. Voor de andere locaties is deze periode niet beschikbaar.
- Onderscheid per maand om de ontwikkeling van stratificatie door het jaar heen te volgen.

De verticale profielen van saliniteit en temperatuur, per maand, zijn opgenomen in Bijlage A. Voor een selectie van maanden geeft Figuur 6.2 de profielen van saliniteit en Figuur 6.3 die van de watertemperatuur. De figuren tonen naast de maandgemiddelden de standaarddeviatie voor de betreffende maand. De standaarddeviatie is een maat voor de verschillen door de jaren heen.

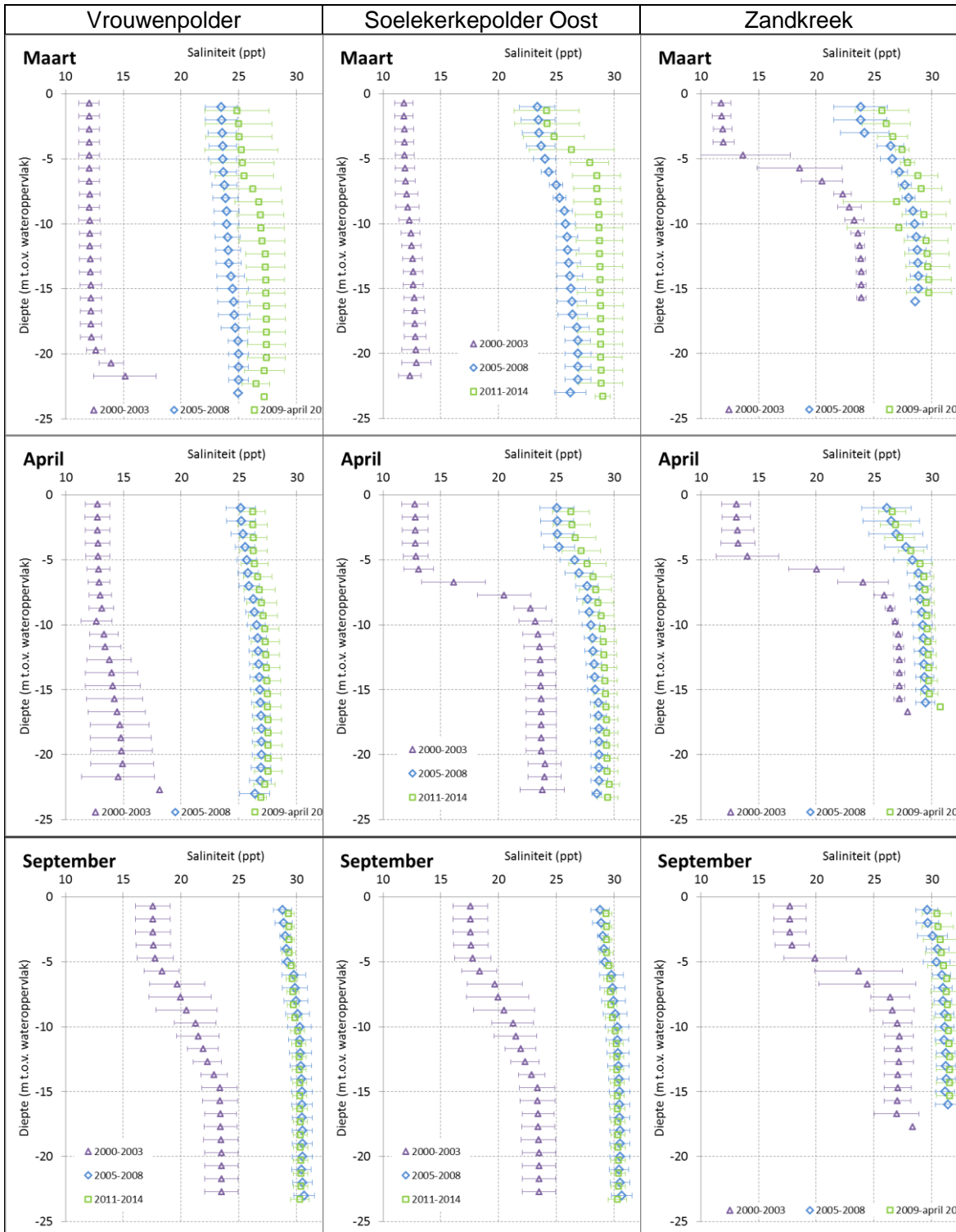
De stratificatie in de periode vóór de Katse Heule had een kenmerkend verloop. Op locatie Zandkreek in het oosten van het Veerse Meer kwam gedurende het hele jaar een sterke saliniteitsstratificatie voor. Op locatie Soelekerkepolder ontstond een sterke saliniteitsstratificatie in april. In de daaropvolgende maanden nam de stratificatie steeds verder af. In de wintermaanden januari-maart was stratificatie vrijwel afwezig. Op locatie Vrouwenpolder in het westen van het Veerse Meer was de saliniteitsstratificatie gedurende het hele jaar afwezig. Dit verloop was het gevolg van de positie van de Zandkreeksluis in het

Oosten waardoor zout(er) water uit de Oosterschelde werd ingelaten. Het zoutere, zwaardere water stroomde via de geul naar de diepe putten van het meer. De peilopzet van winter- naar zomerpeil vond eind maart plaats (zie §3.1.2). Er werd dan een grote hoeveelheid Oosterschelde water ingelaten die de diepe geulen tot voorbij Soelekerkepolder Oost vulde met zout Oosterschelde water. Deze 'vulling' bereikte TSO locatie De Piet, maar locatie Vrouwenpolder niet meer. Tussen deze locaties bevindt zich een relatief ondiepe drempel waar het zoute water niet overheen kwam. Uit de temperatuurprofielen blijkt dat het zoute Oosterschelde water dat bij instroming in maart een temperatuur van ongeveer 8 °C had, tot ver in de zomer nog herkenbaar was in de diepe delen van de put. De zeer scherpe stratificatie die in april aanwezig was, vlakke over een periode van 6 tot 8 maanden af. Pas in februari van het volgende jaar was het effect van de peilopzet verdwenen.

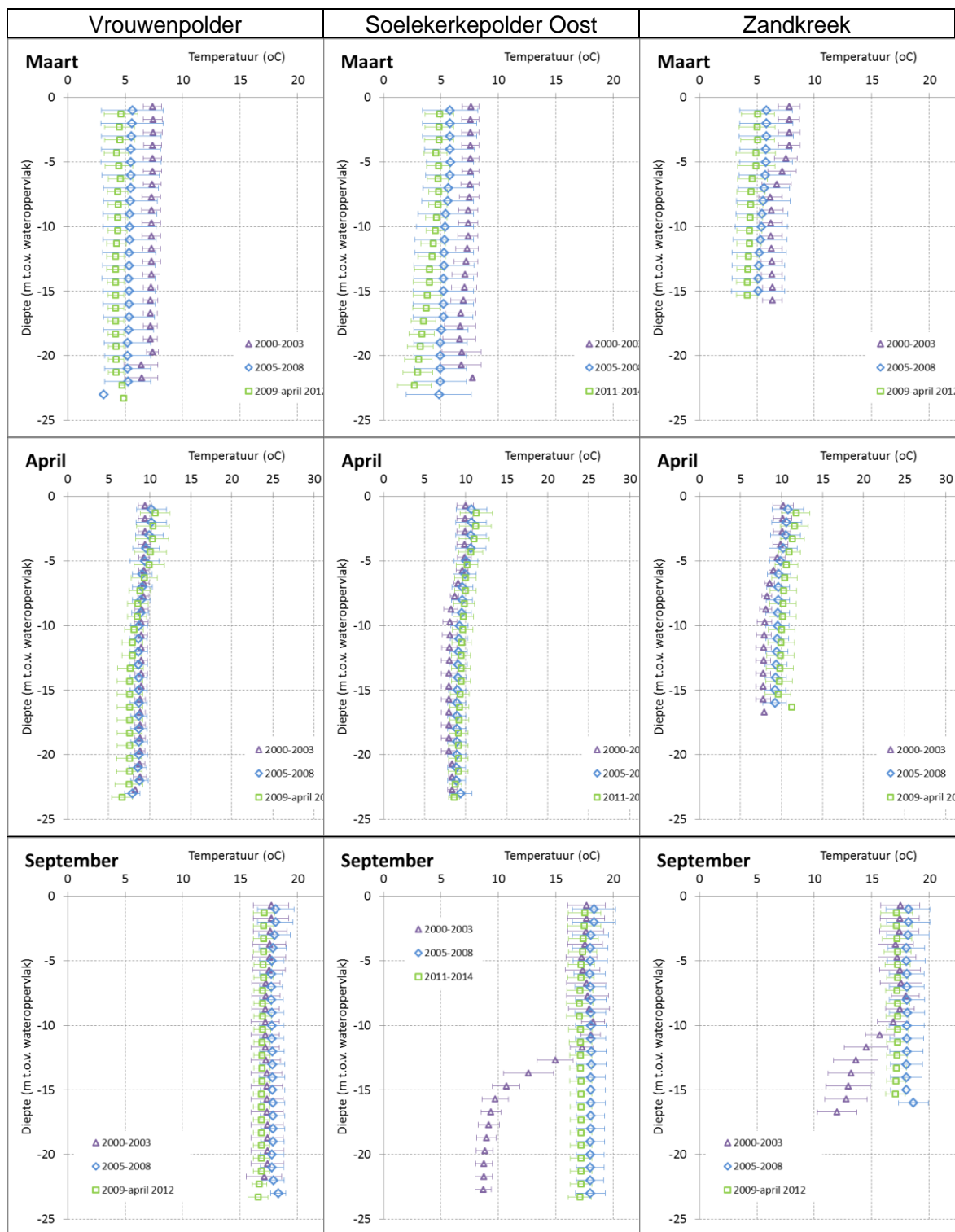
De situatie na ingebruikname van de Katse Heule in 2004 is volledig anders. Zoals in §5.2 al is aangegeven op basis van de continue meetpalen, is als eerste duidelijk dat de saliniteit aanzienlijk hoger is geworden. Van een scherpe stratificatie is geen sprake meer, hoewel in de periode vóór het peilbesluit nog steeds sprake was van ruime peilopzet (ca. 60 cm) in maart door het inlaten van Oosterschelde water. Dat dit niet voor een scherpe stratificatie zorgt, komt doordat het saliniteitsverschil tussen het Veerse Meer en de Oosterschelde kleiner is en doordat de uitwisseling door de Katse Heule zorgt voor grotere dynamiek en dus meer menging. In de wintermaanden december tot maart is sprake van een zwakke stratificatie met maximaal 5 ppt saliniteitsverschil tussen oppervlak en bodem op locatie Zandkreek. Dit wordt veroorzaakt door de grotere polderafvoeren van zoet water, met een lager soortelijk gewicht dan zout water, die hierdoor vooral via de bovenlaag afgevoerd worden.

De verhoging van het winterpeil heeft geen invloed op de stratificatie in de maanden november tot maart. Rekening houdend met de variatie die ontstaat door verschillen in polderafvoeren en meteorologische omstandigheden waarvan de standaarddeviatie een indicatie is, zijn de verticale profielen van zowel saliniteit en temperatuur nagenoeg gelijk.

Figuur 6.2 Verticale profielen van saliniteit (ppt) – gemiddelde en standaarddeviatie op TSO-locaties Vrouwenpolder, Soelekerkepolder Oost en Zandkreek, in maart, april en september. De profielen voor alle maanden zijn opgenomen in Bijlage A.



Figuur 6.3 Verticale profielen van temperatuur (oC) – gemiddelde en standaarddeviatie op TSO-locaties Vrouwenpolder, Soelekerkepolder Oost en Zandkreek, in maart, april en september. De profielen voor alle maanden zijn opgenomen in Bijlage A.

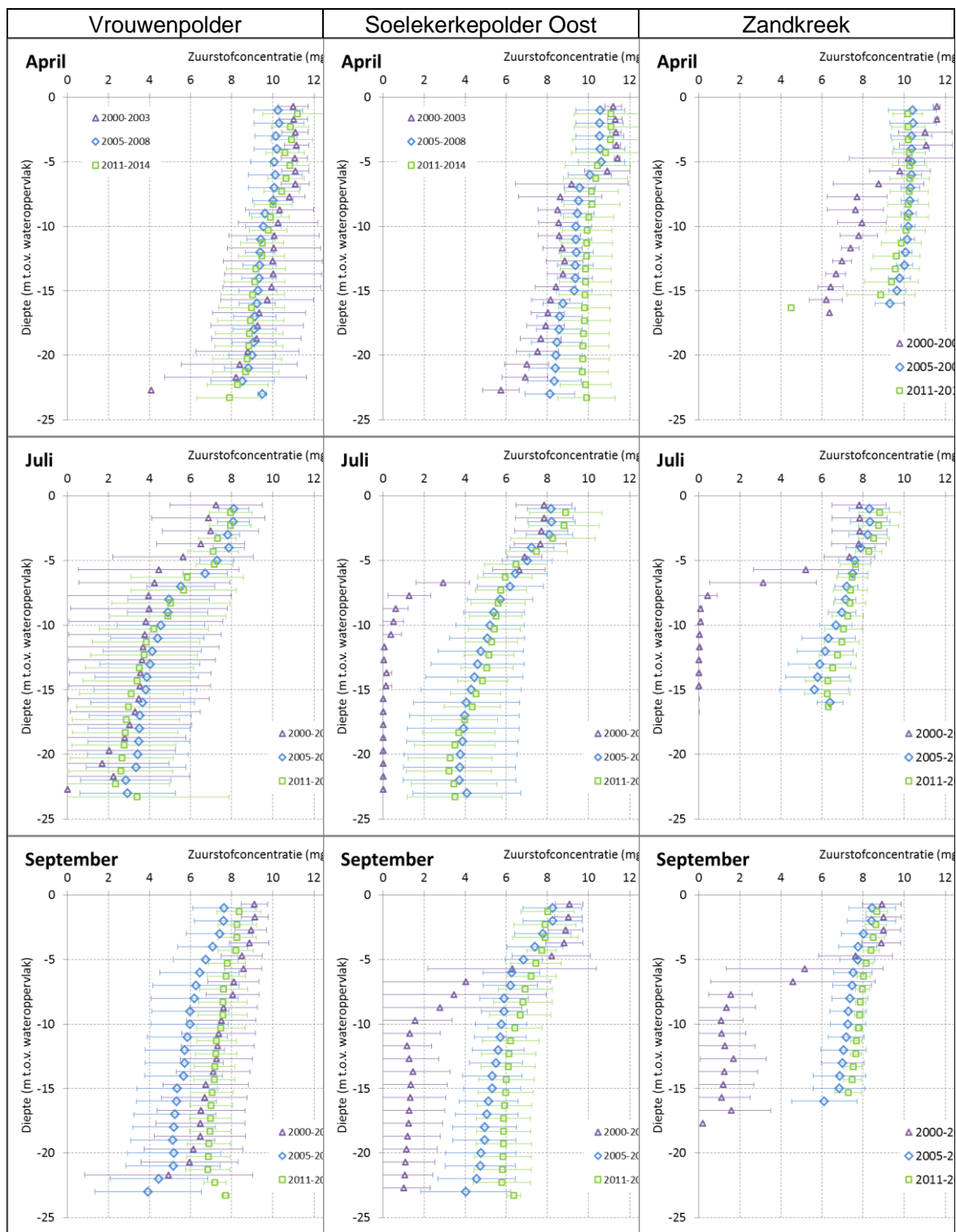


6.3 Zuurstof

Figuur 6.4 toont de verticale profielen van de zuurstofconcentratie voor een aantal maanden. De profielen voor alle maanden zijn opgenomen in Bijlage A. De zuurstofconcentratie is sterk verbonden met de saliniteitsstratificatie. In de periode vóór de Katse Heule was op locatie Zandkreek vrijwel altijd een lage zuurstofconcentratie in de diepere lagen aanwezig. Alleen in de maand april na opzet van het zomerpeil in maart was de zuurstofconcentratie over de hele waterkolom hoog. Het ingelaten zoute Oosterschelde water was zuurstofrijk waardoor in eerste instantie de put ververst werd met zuurstofrijk water. In de volgende maanden putte de zuurstofconcentratie langzaam weer uit, doordat de sterke saliniteitsstratificatie de zuurstofaanvoer vanuit de bovenlaag verhinderde. Er trad geen verversing op door doorspoeling met vers Oosterschelde water. Op locatie Soelekerkepolder Oost reageerde de zuurstofconcentratie eveneens op de door ingelaten Oosterschelde water ontstane stratificatie. Vanaf mei begon de zuurstofconcentratie uit te putten en in juli was de diepe put zuurstofloos. Door geleidelijke afbraak van de stratificatie nam de zuurstofconcentratie weer langzaam toe. Op locatie Vrouwenpolder was nauwelijks sprake van stratificatie en was het verloop van de zuurstofconcentratie anders. In de loop van het jaar nam de zuurstofconcentratie wel af met de diepte. Door stagnante condities (dat wil zeggen lage stroomsnelheden) was er weinig menging waardoor zuurstof in beperkte mate de diepe lagen bereikte terwijl door het uitzakken van organisch materiaal gevormd door de algengroei en door de hogere temperatuur de zuurstofconsumptie toenam.

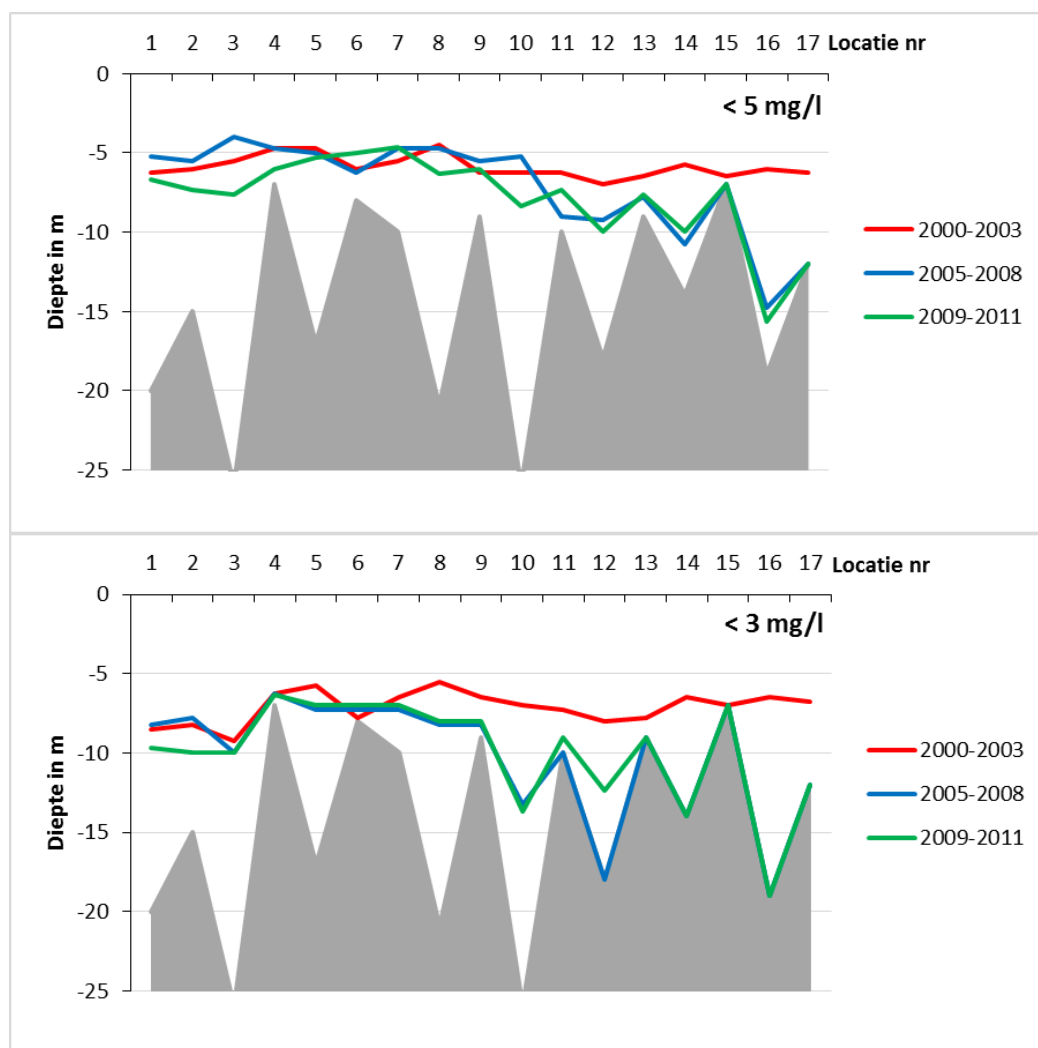
Na ingebruikname van de Katse Heule komen zuurstofarme en zuurstofloze condities op locatie Zandkreek niet of nauwelijks meer voor. De locatie staat sterk onder invloed van de instroming door de Katse Heule waardoor ieder getij zuurstofrijk Oosterschelde water ingelaten wordt. Op locatie Soelekerkepolder Oost komt de extreme zuurstofloosheid ook niet voor. Gedurende de zomermaanden neemt de zuurstofconcentratie nog wel steeds af. De zuurstofvraag in de diepe delen kan niet volledig gecompenseerd worden door verticale menging of door horizontale verversing door instromend Oosterschelde water. Op locatie Vrouwenpolder in het westen van het Veerse Meer zijn de zuurstofprofielen in grote mate gelijk gebleven aan de situatie vóór de Katse Heule. De mate van dynamiek is hier niet wezenlijk veranderd omdat het westelijk deel van het Veerse Meer 'doodloopt' tegen de Veerse Gatdam. Hierdoor is de balans van zuurstofvraag en aanvoer door verticale menging gelijk gebleven.

Figuur 6.4 Verticale profielen van de zuurstofconcentratie (mg/l) – gemiddelde en standaarddeviatie op TSO-locaties Vrouwenpolder, Soelekerkepolder Oost en Zandkreek in april, juli en september. De profielen voor alle maanden zijn opgenomen in Bijlage A.



Dat de ingebruikname van de Katse Heule vooral in het oosten, al minder in het centrale deel en nagenoeg geen effect heeft gehad op de zuurstofconcentratie in het westen van het Veerse Meer blijkt ook uit Figuur 6.5 waarin de minimale diepte van zuurstofuitputting is gegeven. Onder de aangegeven diepte is in de betreffende jaren in tenminste een van de metingen de zuurstofconcentratie lager geweest dan respectievelijk 5 mg/l of 3 mg/l. Figuur 6.5 geeft het gemiddelde voor drie reeksen van jaren. In Bijlage B worden de waarnemingen per jaar getoond.

In de periode voor de Katse Heule was de diepte waarop lage zuurstofconcentraties voorkwamen in het hele Veerse Meer op circa NAP-5 m voor <5 mg/l en circa NAP-7 m voor <3 mg/l. Het effect van de Katse Heule was vooral zichtbaar in het oosten van het Veerse Meer (oostelijk van Soelekerkepolder Oost). Vanaf 2005 werden concentraties <5 mg/l pas op grotere diepte dan voorheen waargenomen en concentraties <3 mg/l werden alleen dicht boven de bodem waargenomen. In de diepe geul bij Soelekerkepolder (locatie 10) kwamen lage zuurstofconcentraties ook pas op grotere diepte voor vanaf 2005, al waren er wel grote verschillen tussen jaren (Bijlage B). De duur van verlaagde zuurstofconcentratie was in het centrale deel wel flink verkort (zie Figuur 6.4). In het westelijk deel van het Veerse Meer had de Katse Heule geen effect op de zuurstofprofielen.

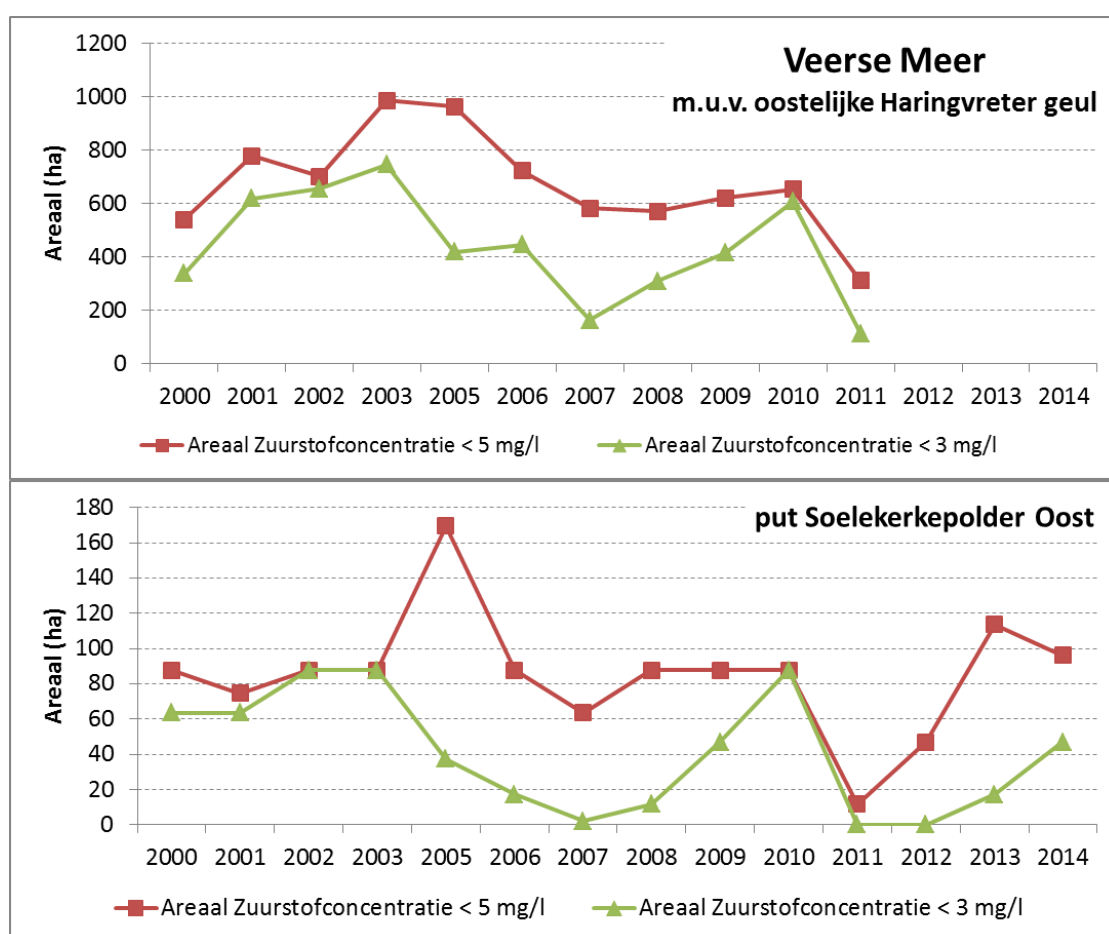


Figuur 6.5 Diepte van zuurstofuitputting op de TSO-locaties. De lijnen geven, gemiddeld over een periode van een aantal jaren, de minimale diepte waarop een zuurstofconcentratie <5 mg/l (boven) en <3 mg/l (onder) is waargenomen. Het grijze gebied geeft de bodemdiepte weer.

Het peilbesluit heeft geen effect gehad op de zuurstofconcentraties in de diepere delen. Dit is niet verrassend aangezien het peilbesluit alleen op de ondiepere delen effect heeft.

Door de diepte van de zuurstofuitputting te combineren met de bathymetrie (zie §4.1) kan het areaal bodemoppervlak dat minimaal een keer per jaar met verlaagde zuurstofconcentratie te maken krijgt, worden berekend. De geul ten oosten van de Haringvreter is niet meegenomen in de analyse, omdat daar geen TSO locatie is. Hierdoor is circa 12% van het totale wateroppervlak niet betrokken in de analyse. Aannemende dat het totaal oppervlak op 0 m NAP ongeveer 2000 ha is en verdisconterend dat de oostelijke Haringvreter niet meegenomen is, komt 100 ha overeen met 5,7% van het totaal geanalyseerde oppervlak.

Figuur 6.6 toont het areaal met zuurstofuitputting. Voor het Veerse Meer met uitzondering van de oostelijke Haringvreter geul varieert het areaal met < 5 mg/l zuurstof tussen 310 ha en 986 ha (18% tot 56% van het bodemoppervlak) en het areaal met < 3 mg/l zuurstof tussen 112 ha en 746 ha (6% tot 42% van het bodemoppervlak).



Figuur 6.6 Areaal (in ha) met verlaagde zuurstofconcentratie voor het Veerse Meer met uitzondering van de geul ten oosten van de Haringvreter (boven) en voor de put Soelekerkepolder Oost (onder).

Samenvatting: Stratificatie en zuurstofgehalten	
<i>Vóór doorlaatmiddel (2000-2004)</i>	<p>Sterke zoutstratificatie in het oosten en centrale deel wordt veroorzaakt door de inlaat van Oosterschelde water ten behoeve van peilopzet in maart. De zoutstratificatie wordt in het centrale deel in de loop van de lente en zomer langzaam afgebroken, maar blijft in het oosten vrijwel het gehele jaar in stand. In het westen bij de Veerse Dam treedt nauwelijks stratificatie op.</p> <p>De sterke stratificatie in het oosten en midden resulteert in een zuurstofloze periode beneden NAP-5 m tot NAP-7 m. In het westen treedt eveneens verlaging van de zuurstofconcentratie op tot beneden 5 mg/l of zelfs 3 mg/l, maar zuurstofuitputting komt niet ieder jaar voor.</p> <p>Het bodemareaal met minder dan 5 mg/l zuurstof varieert van 31-56% van het totaal bodem oppervlak (m.u.v. de geul ten oosten van de Haringvreter). Het areaal met minder dan 3 mg/l van 19-42%.</p>
<i>Na doorlaatmiddel (2004-2014)</i>	<p>De sterke zoutstratificatie in het oosten en westen komt niet meer voor. Alleen in de wintermaanden is er soms enige zoutstratificatie te zien als de polderuitslagen groot zijn.</p> <p>De zuurstofloze condities in het oosten zijn eveneens verdwenen. Doorspoeling met zuurstofrijk Oosterschelde water houdt de zuurstofconcentratie op peil. In het midden komen zuurstofarme periodes nog voor, maar de intensiteit is minder en de duur korter. In het westen bij de Veerse Dam is er geen verandering in de zuurstofconcentratie: Zuurstofarme periodes komen in gelijke mate voor als vóór het doorlaatmiddel.</p> <p>Het bodemareaal met minder dan 5 mg/l varieert van 32-55%. Het areaal met minder dan 3 mg/l van 9-24%.</p>
<i>Na aanpassing winterpeil (2009-2014)</i>	<p>De zoutstratificatie en de zuurstofcondities verschillen niet ten opzichte van voor het peilbesluit.</p>

7 Ecologie

Dit hoofdstuk beschrijft de ontwikkelingen van een aantal componenten van het ecosysteem. Voor deze beschrijving waren gegevens beschikbaar over fytoplankton, macro-algen en zeegras, kwallen, vissen, bodemdieren en vogels. De oevervegetatie wordt niet beschreven. Gegevens van zoöplankton zijn alleen verzameld in 2003, en zijn al eerder gerapporteerd (Holland *et al.* 2004).

7.1 Waterkolom

7.1.1 Chlorofyl en fytoplanktensamenstelling.

7.1.1.1 *Monitoring*

Gegevens over fytoplanktensamenstelling en -biomassa (chlorofyl-a) worden gemeten in het MWTL monitoringprogramma van Rijkswaterstaat. Monsternamen voor chlorofyl-a vindt plaats vanaf 1978 op de MWTL-locatie Soelekerkepolder-Oost; op twee andere locaties (Vrouwenpolder en Wolphaartsdijk) werd in het verleden ook gemonsterd. Na ingebruikname van de Katse Heule waren er geen significante verschillen meer in chlorofylconcentraties tussen de drie locaties. De huidige bemonstering vindt alleen nog plaats op Soelekerkepolder-Oost, en daarom worden hier alleen de resultaten voor die locatie besproken.

Monsternamen voor de fytoplanktensamenstelling vindt vanaf 1990 plaats op deze locatie.

De gegevens die hier gepresenteerd worden zijn 1-2 maal per maand gemeten. Monsters worden genomen op 1 m onder het wateroppervlak.

7.1.1.2 *Ontwikkeling 2000-2015*

Het fytoplankton bestaat uit vrij in het water zwevende, microscopisch kleine plantaardige cellen. Door fotosynthese produceert het fytoplankton organisch materiaal, en daarmee vormt het een belangrijke voedselbron voor zoöplankton en filtrerende bodemdieren als zakpijpen en schelpdieren. Het fytoplankton wordt onderscheiden in drie groepen, de microflagellaten (kleine met behulp van een flagel bewegende microalgen), pantserwieren ofwel dinoflagellaten (grotere algen met een cellulosepantser en een flagel) en kiezelwieren ofwel diatomeeën (losse cellen of kolonies met een celwand van silicium).

De hoeveelheid chlorofyl-a wordt beschouwd als een maat voor de hoeveelheid fytoplankton. Vóór 2000 varieerden de chlorofylconcentraties gemiddeld over het groeiseizoen (maart-september) tussen 5 en 35 µg/l. In het voorjaar werd incidenteel >100 µg/l gemeten.

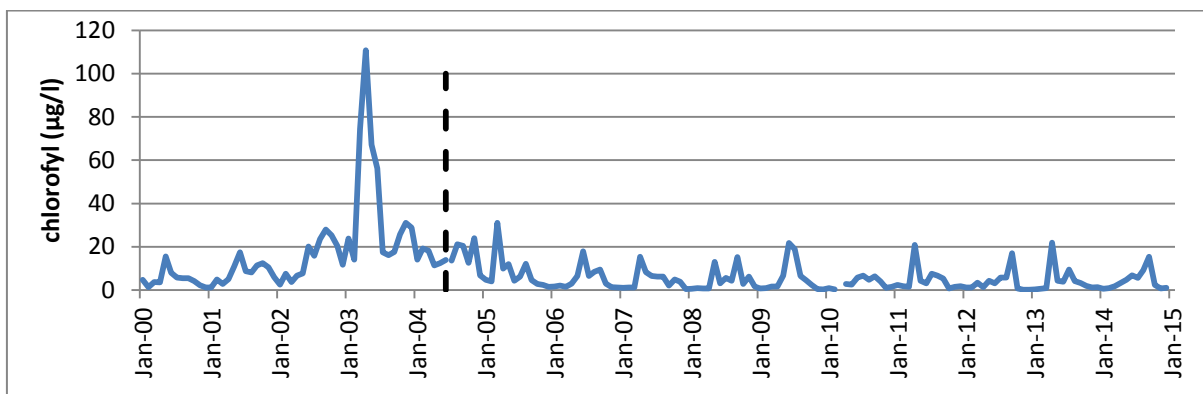
In de periode vanaf 2000 tot de ingebruikname van de Katse Heule kwamen incidenteel hoge chlorofylconcentraties voor, met een hoge piek in april 2003. Na de ingebruikname van de Katse Heule zijn de gemiddelde chlorofylconcentraties ongeveer gehalveerd, en zijn de maximale concentraties die worden gemeten ongeveer 20 µg/l (Figuur 7.1).

De hoge concentraties chlorofyl in de laatste jaren voor de opening van de Katse Heule werden veroorzaakt door grote bloeien van microflagellaten, vooral bestaand uit groenalgen (zoetwatersoorten) van enkele µm in doorsnede (Figuur 7.2). Na ingebruikname van het doorlaatmiddel zijn deze bloeien niet meer waargenomen.

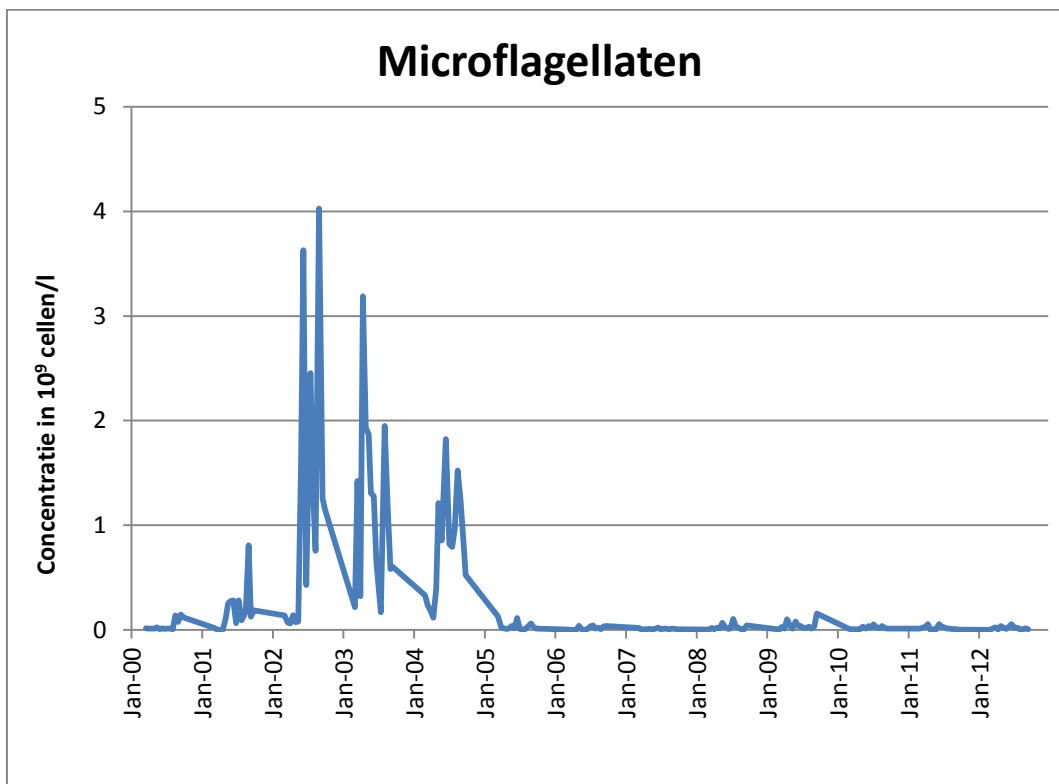
De biomassa van dinoflagellaten in het Veerse Meer is 5-10 maal hoger dan de biomassa gemeten in de Oosterschelde, en ongeveer 2/3 van de biomassa in het Grevelingenmeer. De relatief hoge dichtheden dinoflagellaten in Veerse Meer en Grevelingen zijn typisch voor systemen met geringe hydrodynamiek. De hoogste cel aantallen die worden waargenomen (> 1 miljoen cellen/l) betreffen dinoflagellaten van de geslachten *Gymnodinium*, *Heterocapsa* en

Prorocentrum. Deze soortsgroepen zijn ook in het Grevelingenmeer het meest abundant (Wetsteijn 2011).

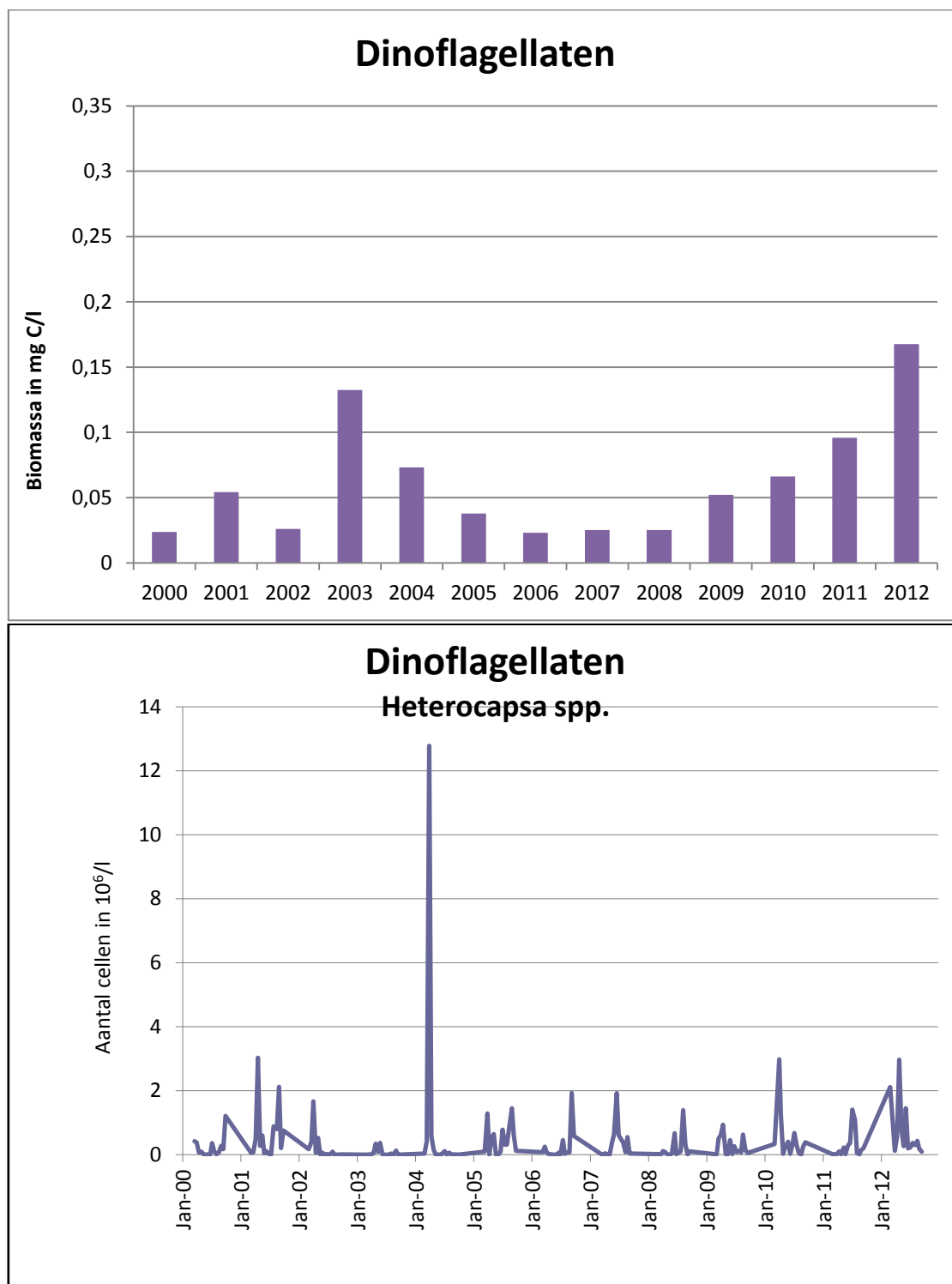
De biomassa van dinoflagellaten bereikte een piek in 2003 en 2004 door bloeien van soorten van het genus *Gymnodinium* en *Heterocapsa*. Vooral in het jaar 2012 kwamen ook relatief hoge aantallen van *Heterocapsa spp.* voor (Figuur 7.3). In deze groep is incidenteel ook *Heterocapsa triquetra* waargenomen, die bij hoge dichtheden (>5 miljoen cellen/l) tot verkleuring van het water ('red tide') kan leiden. Zo'n hoge dichtheid is slechts één maal, in 2004 voor de opening van het doorlaatmiddel, waargenomen.



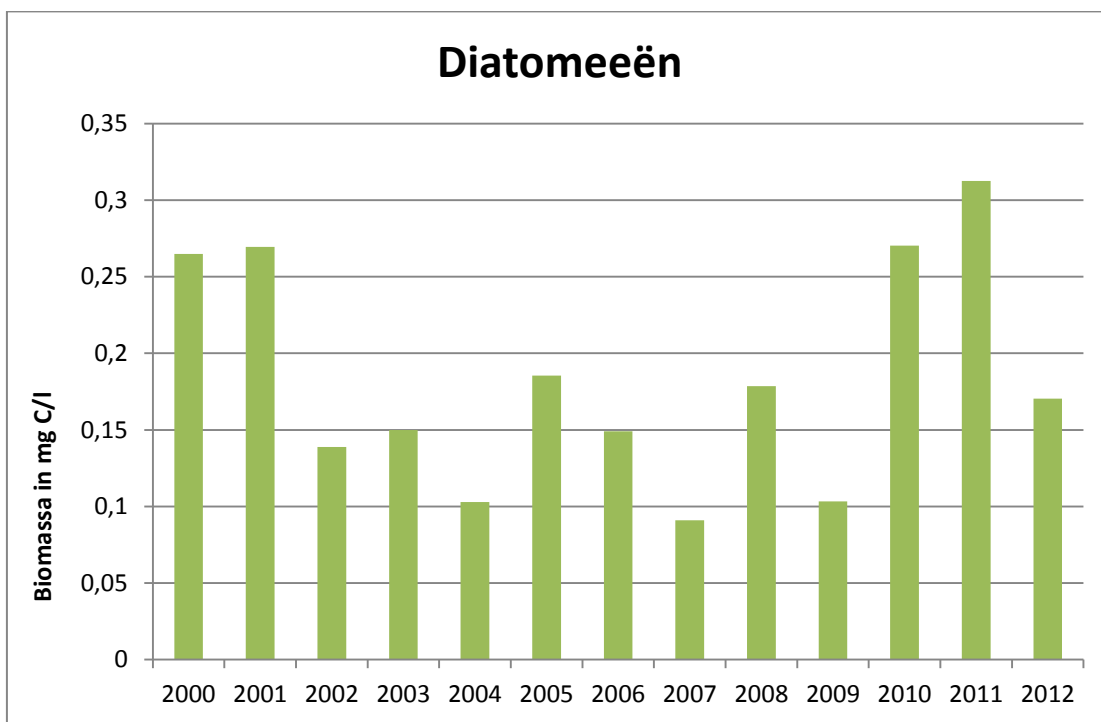
Figuur 7.1 Gemeten chlorofylconcentraties (oppervlakte-monsters) op meetlocatie Soelekerkepolder-Oost in de jaren 2000-2014.



Figuur 7.2 Concentratie van microflagellaten op meetlocatie Soelekerkepolder-Oost in de jaren 2000-2012.



Figuur 7.3 Gemiddelde biomassa van dinoflagellaten in het groeiseizoen maart-september (boven) en aantallen *Heterocapsa* spp. (onder) op meetlocatie Soelekerkepolder-Oost in de jaren 2000-2012.



Figuur 7.4 Gemiddelde biomassa van diatomeeën in het groeiseizoen maart-september (boven) op meetlocatie Soelekerkepolder-Oost in de jaren 2000-2012.

Craeymeersch & De Vries (2007) verwachtten dat de biomassa van zoutwatersoorten zoals diatomeeën en dinoflagellaten zou toenemen na de ingebruikname van de Katse Heule. De biomassa van diatomeeën fluctueert zonder duidelijke trend (Figuur 7.4). Er zijn evenmin eenduidige veranderingen in de soortensamenstelling van diatomeeën of dinoflagellaten opgetreden na de ingebruikname van de Katse Heule.

Samenvatting: Fytoplankton	
Vóór doorlaatmiddel (2000-2004)	Hoge concentraties van chlorofyl in voorjaar en zomer met pieken tot >100 µg/l, veroorzaakt door grote bloeien van vooral kleine groenalgen (microflagellaten) in 2002-2004.
Na doorlaatmiddel (2004-2012)	Halvering van de chlorofylconcentraties. Hoge piekconcentraties van chlorofyl en bloeien van microflagellaten komen niet meer voor. Dit uit zich in een toename van het doorzicht in het Veerse Meer
Na aanpassing winterpeil (2009-2012)	Geen effect op de fytoplanktonconcentratie en de soortensamenstelling.

7.1.2 Kwallen

7.1.2.1 Monitoring

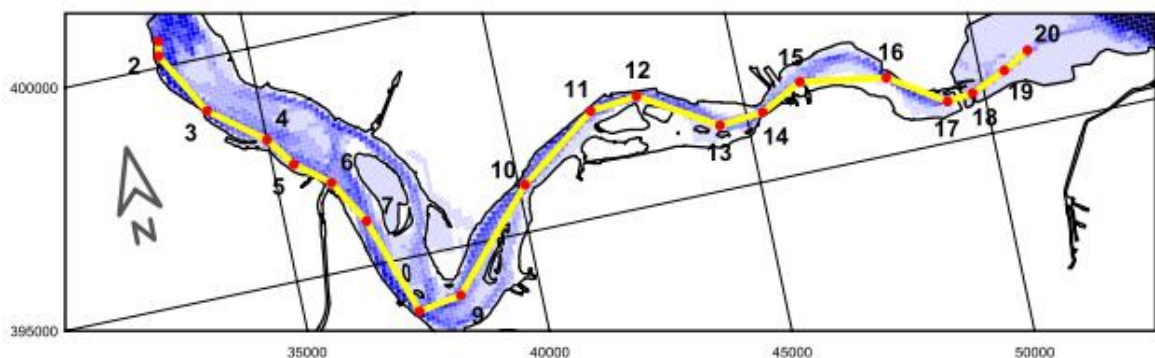
In 2010 is een samenwerkingsverband gestart tussen de Monitor Taakgroep van NIOZ-Yerseke en Stichting Zeeschelp om, in eerste instantie in opdracht van RWS, de samenstelling van de kwallengemeenschap in het Veerse Meer periodiek te inventariseren. De eerste twee jaren (2010-2012) is de bemonstering gecombineerd met de periodieke bemonstering van de waterkwaliteit (VTSO metingen) van het Veerse Meer aan boord van RV 'Delta'. Daarna is de monitoring voortgezet door NIOZ in het kader van het EU project VECTORS.

Van 2010 tot en met 2014 zijn periodiek op 17 locaties in het Veerse Meer en 3 locaties in de Oosterschelde (Fig. 7.5) met een planktonnet (maas 1 mm) en diameter van 1 m verticale trekken gemaakt vanaf 1-2 m vanaf de bodem tot aan het wateroppervlakte. Gevangen kwallen zijn of aan boord of in het lab gedetermineerd en gemeten.

Tijdens deze surveys zijn verschillende soorten kwallen (*sensu lato*) waargenomen (De Kluijver *et al.* 2012, Van Avesaath *et al.* in prep):

- Schijfkwallen:
 - Oorkwal *Aurelia aurita*,
 - Coronatae,
 - *Cyanea spec.*;
- Ribkwallen:
 - Amerikaanse (langlob) ribkwal *Mnemiopsis leidyi*
 - Zeedruif *Pleurobrachia pileus*,
 - *Beroe cf. gracilis*;
- Hydromedusen:
 - *Gonionemus vertens*,
 - *Bougainvillia* -type,
 - *Obelia* -type,
 - *Sarsia* -type,
 - *Leukartia* -type.

De ontwikkeling van de twee meest voorkomende kwallensoorten in het Veerse Meer wordt hier besproken: de inheemse Oorkwal en de niet inheemse Amerikaanse (langlob) ribkwal.



Figuur 7.5. Monitoringlocaties in het Veerse Meer en in de Oosterschelde (Zandkreek).

7.1.2.2 *Ontwikkeling in de loop van de tijd (2010-2014)*

De twee soorten tonen verschillen in seizoensontwikkeling. De populatie van de oorkwal is abundant in het vroege voorjaar (maart-april) en neemt af in het begin van de zomer (Figuur 7.6). De Amerikaanse ribkwal komt snel tot ontwikkeling als de watertemperatuur hoog genoeg is voor reproductie in de zomer en neemt af in het (late) najaar. De pieken in dichtheden worden veroorzaakt door de aanwezigheid van juvenielen. De aangetroffen maximale dichtheid van beide soorten is ongeveer 100 individuen per m³.

De opeenvolging van periodes van hoge dichtheden van de twee soorten resulteert in een continue (hoge) predatiedruk op het plankton/nekton, die in een jaar met kwallenbloei kan duren van februari tot oktober.

De ontwikkeling van de oorkwal vertoont een licht dalende tendens in de loop van de tijd. De periode van waarnemen is echter te kort om te kunnen concluderen dat de populatie aan het afnemen is. De reproductie van kwallen is zeer variabel met sterke verschillen tussen de jaren, en het is mogelijk dat de soort weer uitbreekt bij een eerstvolgende mooie zomer met goede reproductiemogelijkheden.

Ruimtelijke patronen in de ontwikkeling

De populatie van de oorkwal ontwikkelt zich steevast vanuit het westelijke deel van het Veerse Meer (ongeveer ter hoogte van Veere). De oorkwal heeft een bentisch-pelagische levenscyclus. Vanuit poliepen, die op harde substraten voorkomen, maken de zwemmende schijfkwallen zich door afsnoering vrij. De ontwikkeling van de gemeenschap is daarom sterker gekoppeld aan ruimtelijke aspecten (zoals beschikbaarheid substraat voor poliepen) dan in het geval van de Amerikaanse ribkwal die een uitsluitend pelagische levenscyclus heeft.

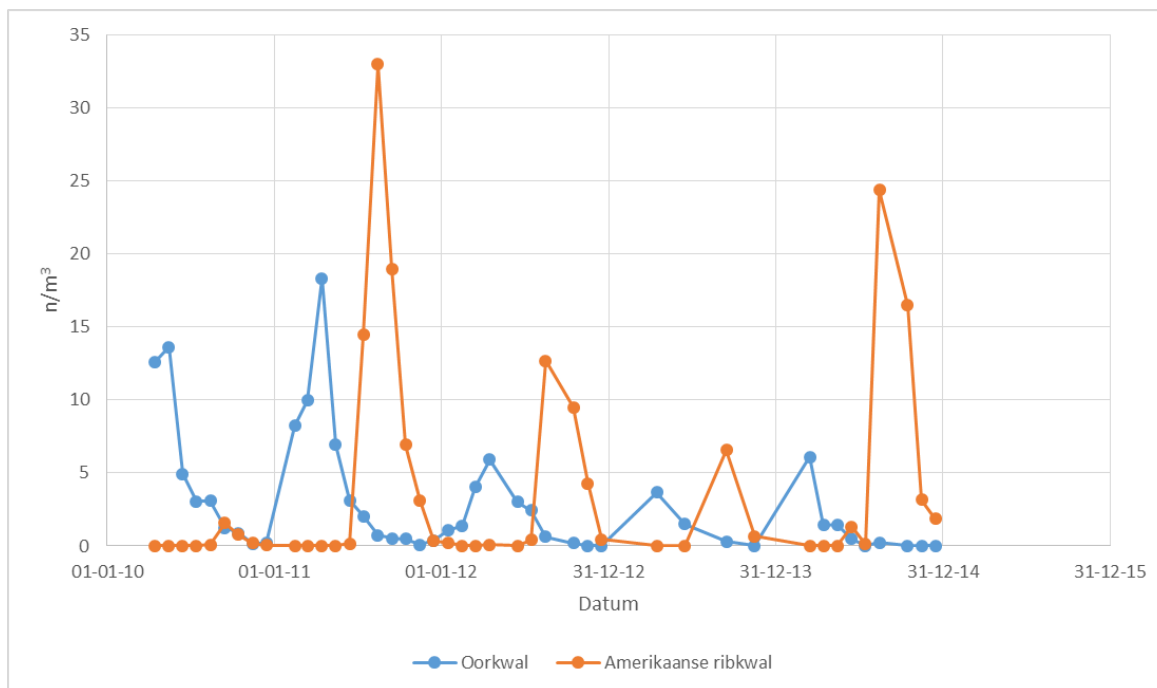
Bij de Amerikaanse ribkwal is er een verschuiving opgetreden in de spatio-temporele ontwikkeling van de gemeenschap. In 2010 kwam de Amerikaanse ribkwal vanuit de Zandkreek (Oosterschelde) opzetten en verdween gedurende de winter. Het jaar daarna ontwikkelde de gemeenschap zich sneller in het middengedeelte van het Veerse Meer (Middelplaten) dan in de Zandkreek. De dichtheid van de Amerikaanse ribkwal was het hoogst op locaties ter hoogte van de Middelplaten en nam af richting de Oosterschelde. In 2012 werden in de winter voor het eerst ook sporadisch volwassen Amerikaanse ribkwallen waargenomen vanaf de Middelplaten richting het Westen. De ontwikkeling van de gemeenschap in de daaropvolgende zomer toonde een westelijke verschuiving van de ontwikkeling van de gemeenschap vergeleken met 2011.

Hieruit blijkt dat de Amerikaanse ribkwal zich vanaf (op zijn minst) 2011 permanent heeft gevestigd in het Veerse Meer.

De ontwikkeling van de kwallenpopulatie in het licht van de opening van de Katse Heule

Door de verbinding met de Oosterschelde via de sluis bij Kats en de Katse Heule was het onvermijdelijk dat de Amerikaanse ribkwal het Veerse Meer zou binnen dringen. De soort is al sinds meerdere jaren abundant in Nederland (en Europa) en is een typische invasieve exoot: de Amerikaanse ribkwal stelt weinig eisen aan het milieu, en kan zich onder gunstige omstandigheden zeer snel voortplanten. Ook de uitbraak van de oorkwal is een algemeen fenomeen en niet specifiek toe te schrijven aan de veranderde waterkwaliteit van het Veerse Meer. De 'verkwalling' van systemen is een mondiaal probleem.

Wat de gevolgen zijn van de continue predatiedruk op de rest van het plankton/nekton is onbekend. Ook kunnen op dit moment nog geen conclusies getrokken worden over de tendens in aantallen van de oorkwal.



Figuur 7.6 Verloop van de gemiddelde abundantie (n/m³) van de oorkwal en de Amerikaanse ribkwal in het Veerse Meer van 2010 tot 2014.

Samenvatting: Kwallen	
<i>Vóór doorlaatmiddel (2000-2004)</i>	Geen kwantitatieve gegevens, maar geen waarnemingen die wijzen op grote aantallen kwallen.
<i>Na doorlaatmiddel (2010-2014)</i>	Vestiging van de Amerikaanse ribkwal vanuit de Oosterschelde. De oorkwal is vooral in het voorjaar in hoge aantallen aanwezig. Aantallen wisselen sterk van jaar tot jaar.
<i>Na aanpassing winterpeil (2010-2014)</i>	Geen effect op aantallen en samenstelling kwallen.

7.2 Bodem

7.2.1 Macro-algen op zacht substraat

7.2.1.1 Monitoring

Vanaf 2006 is door de Monitor Taakgroep van het NIOZ-Yerseke in opdracht van RWS (RIKZ, later Zee en Delta) de verspreiding en abundantie van de dominante macro-algen groepen op het zachte substraat van de ondiepe delen (tot 2 m diepte) in het Veerse Meer regelmatig visueel geïnventariseerd (Van Avesaath *et al.* 2005, Van Avesaath *et al.* 2006, Van Avesaath *et al.* 2007, Van Avesaath *et al.* 2008a, Van Avesaath *et al.* 2009a, Van Avesaath *et al.* 2011a; 2013b; 2014a). Hierbij is vanaf 2007 de bedekking van hoofdgroepen macro-algen geschat, verdeeld in 6 globale klassen (0%, 1-5, 5-30%, 30-50%, 50-75% en 75 – 10 %). De hoofdgroepen die zijn onderscheiden zijn groenwieren (met een onderscheid tussen zeesla (*Ulva* spp.) en darmwier (*Enteromorpha* spp.), roodwieren en bruinwieren (o.a. Japans bessenwier *Sargassum muticum*).

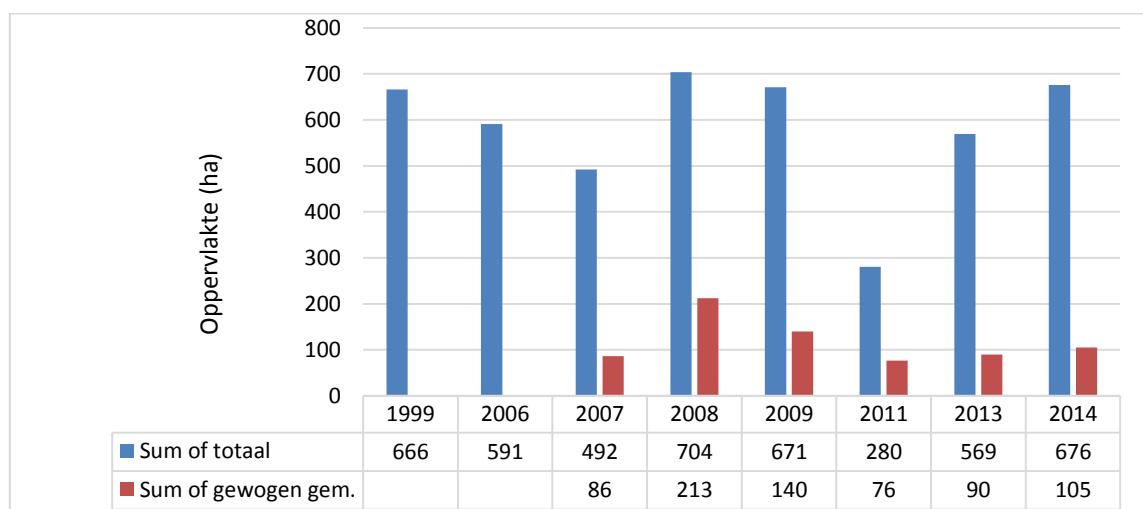
Voor de beschrijving van de temporele trends is een overzicht gemaakt van de bedekking van de dominante groepen macro-algen (in % bodembedekking), en van de aaneengesloten oppervlakte die een macro-alg bedekt ofwel de 'gewogen bedekking'. De gewogen bedekking is een maat voor de totale abundantie en wordt berekend door de oppervlakte (ha) te vermenigvuldigen met het middelpunt (in %) van een bedekkingsklasse.

7.2.1.2 Algemene trends in verspreiding van macro-algen zacht substraat over de jaren

Na de aanvang van de reeks met surveys in 2006 schommelde het totale areaal waar macro-algen zijn aangetroffen op het zachte substraat van de ondiepe delen van het Veerse Meer tussen 500 ha en 700 ha met een minimum van 280 ha in 2011 (Figuur 7.8). Aangezien de totale oppervlakte van de ondiepe delen van het Veerse Meer geschat is op ongeveer 700 ha, kan geconcludeerd worden dat in alle ondiepe delen (0–2 m diepte) van het Veerse Meer in principe macro-algen kunnen voorkomen.

De gewogen bedekking (een maat voor de totale abundantie) vertoonde vergelijkbare variatie maar de absolute schommelingen waren minder groot (76 ha in 2011 met een maximum van 213 ha in 2008³) en met een minder snel herstel na de dip van 2011. Dit houdt in dat er grote variatie is in het oppervlak waar macro-algen voorkomen, maar dat de totale abundantie minder lijkt te fluctueren.

³ De jaren 1999 en 2006 zijn in deze analyse niet meegenomen omdat de totale abundanties van macroalgen toen niet geschat zijn.



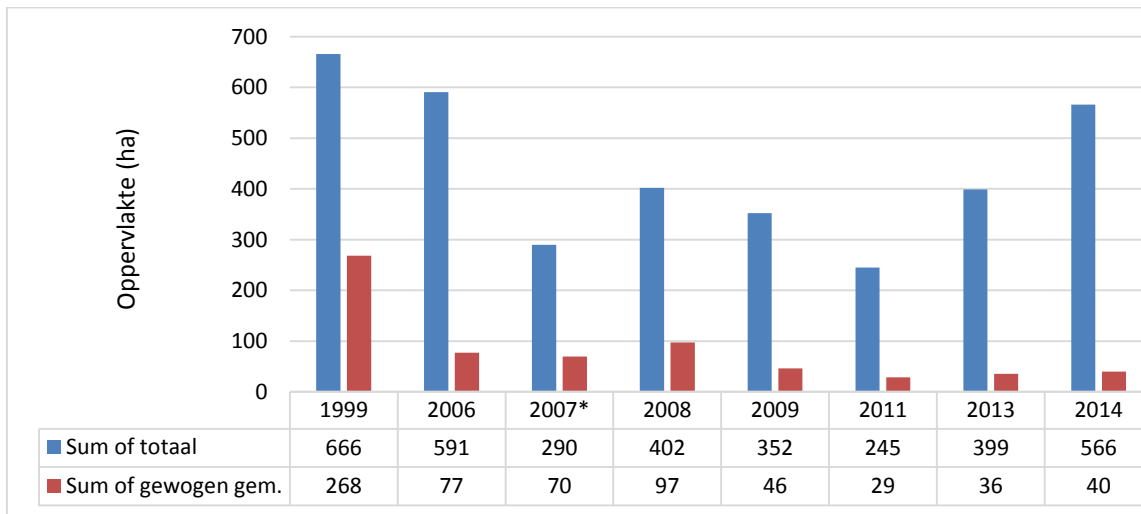
Figuur 7.8 Macro-algen bedekking van de ondiepe delen van het Veerse Meer (0–2 m exclusief oeverbedekking), uitgedrukt in totaal van het bedekte oppervlak (totaal: de som van alle vlakken met macro-algen van alle bedekkingsklassen in ha) en in de gewogen bedekking (middelpunt bedekkingsklasse * ha)

7.2.1.3 Ontwikkelingen zeesla

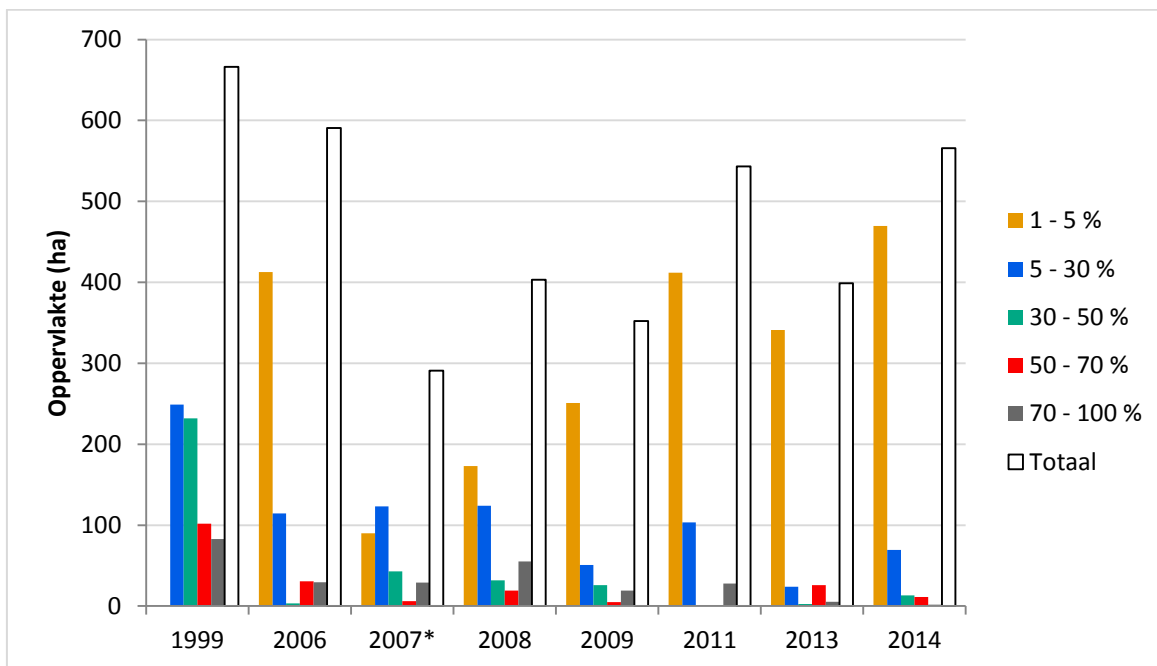
Tot het jaar 2000 was het systeem gedomineerd door zeesla (peiljaar 1999; zie Kamermans *et al.* (1999)). Daarna is de verspreiding en abundantie van de soort sterk afgenomen en is deze in 2003 zelfs niet meer aangetroffen. De afname werd hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door lichtlimitatie als gevolg van de grote fytoplanktonbloei in 2003 (Holland *et al.* 2004). Zeesla is na de opening van de Katse Heule in 2004 opnieuw toegenomen (Figuur 7.9). De extreme situatie zoals is waargenomen in 1999 voor de opening van de Katse Heule heeft zich gedurende de surveys van de laatste 8 jaar niet meer voorgedaan. In 1999 werd zeesla op alle ondiepe delen van het Veerse Meer aangetroffen met een (veel) hogere bedekking dan 5 % (Figuur 7.10; zie Kamermans *et al.*, 1999).

Sinds de start van de monitoring in 2006 is een afname in de verspreiding en de totale abundantie van zeesla waar te nemen tot 2011 (met 2007 als negatieve uitschieter - Fig. 7.9). Daarna nam de verspreiding toe en benaderde het oppervlak waar zeesla is aangetroffen het peil van 2006. De totale abundantie is vanaf 2011 echter nauwelijks toegenomen. Dit houdt in dat de verspreiding van de soort weliswaar weer is toegenomen, maar voornamelijk in zeer lage bedekkingen (Figuur 7.10).

De laatste waarde van de totale abundantie lag op ongeveer 15 % van de totale abundantie van 1999 (Figuur 7.9). Gezien de trends sinds 2006 is het waarschijnlijk dat de situatie van voor de opening van de Katse Heule zich onder normale omstandigheden niet meer zal voordoen.



Figuur 7.9 Zeesla bedekking van de ondiepe delen van het Veerse Meer (0–2 m exclusief oeverbedekking). Voor overige uitleg zie Figuur 7.8.
2007*: geen onderscheid gemaakt tussen Zeesla en andere groenwieren)



Figuur 7.10 Zeesla-bedekking in verschillende klassen op de ondiepe delen (<2m) van het Veerse Meer NB in 2007 is er geen onderscheid gemaakt tussen Zeesla en andere groenwieren. (Kamermans et al. 1999, Van Avesaath et al. 2005, Van Avesaath et al. 2006, Van Avesaath et al. 2007, Van Avesaath et al. 2008a, Van Avesaath et al. 2009a, Van Avesaath et al. 2011a; 2013b; 2014a)

7.2.1.4 Ontwikkelingen roodwieren

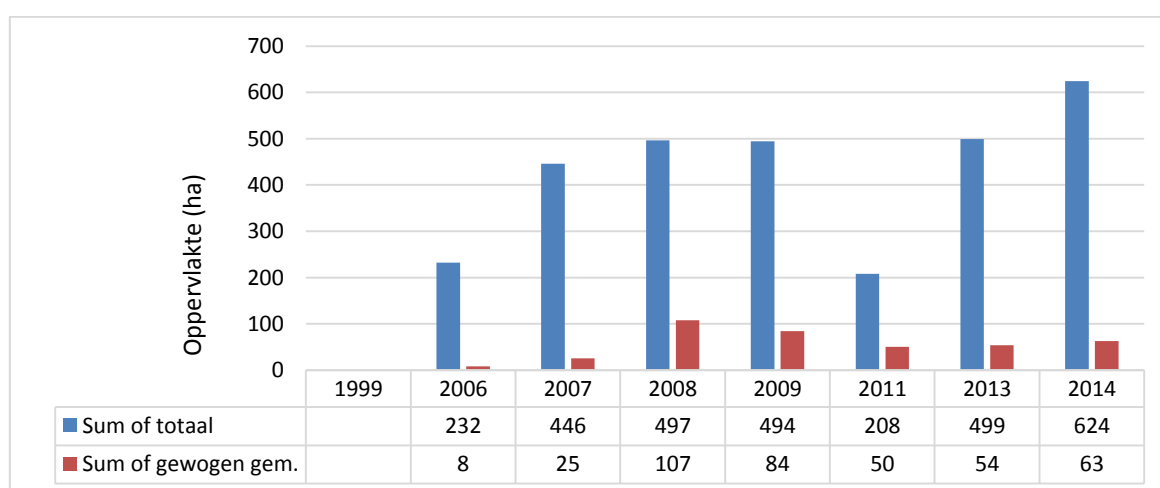
Voor de installatie van de Katse Heule kwamen roodwieren al in het Veerse Meer voor en waren zij lokaal abundant (Kamermans *et al.* 1999).

Gedurende het laatste decennium heeft de gemeenschap van roodwieren (voornamelijk *Gracilaria/Gracilariopsis* spp.) zich goed kunnen ontwikkelen (Figuur 7.11). Het is waarschijnlijk dat de veranderde waterkwaliteit/hydrodynamiek als gevolg van de Katse Heule hier een rol in heeft gespeeld. Sinds 2008 is de totale abundantie van de roodwieren hoger dan die van zeesla. Ook de roodwieren zijn, net als zeesla, in 2011 tijdelijk achteruitgegaan. Een eenduidige verklaring is hier niet voor te geven. Sinds de minimum abundantie in 2011 is de bedekking (verspreiding) van de soort sneller toegenomen dan de totale abundantie (Figuur 7.12).

7.2.1.5 Ontwikkelingen bruinwieren

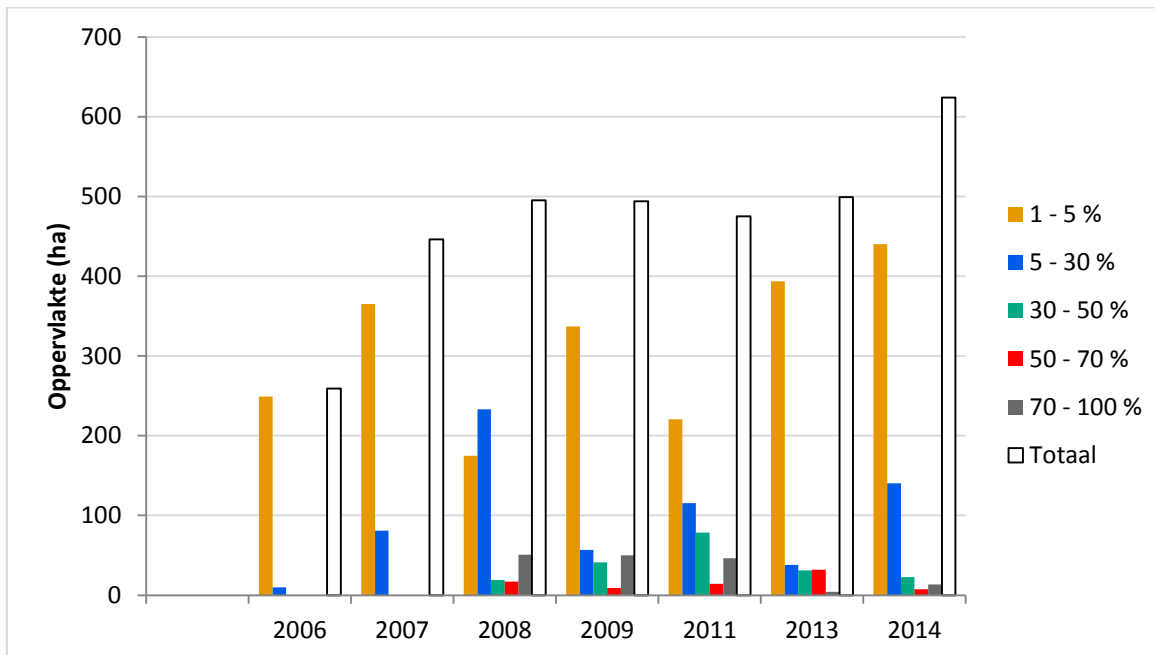
Ook de populatie van de bruinwieren is sinds het voorgaande decennium in ontwikkeling (Figuur 7.13).

De 'explosieve' toename van de bruinwieren (Japans bessenwier) waar sinds 2013 sprake van lijkt, wordt veroorzaakt door het feit dat de opname van het bestand in het late voorjaar is gedaan. In die periode is de soort nog volop aanwezig en kan de verspreiding beter worden geïnventariseerd dan na de zomer, als veel van de erecte thalli van de soort verdwenen zijn. De soort is nu wijd verspreid en abundant aanwezig in het Veerse Meer.

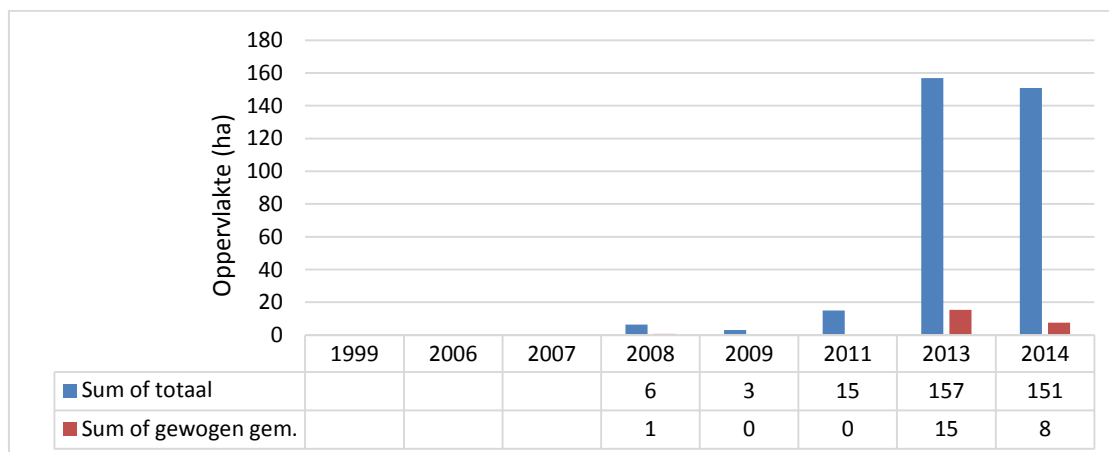


Figuur 7.11 Roodwier bedekking van de ondiepe delen van het Veerse Meer (0–2 m exclusief oeverbedekking). Het betreft voornamelijk *Gracilaria/Gracilariopsis* sp. Voor overige uitleg zie Figuur 7.8.

NB Geen kwantitatieve gegevens over de bedekking in 1999 beschikbaar



Figuur 7.12 Roodwier-bedekking in verschillende klassen op de ondiepe delen (<2m) van het Veerse Meer. Het betreft voornamelijk Gracilaria/Gracilariopsis sp.



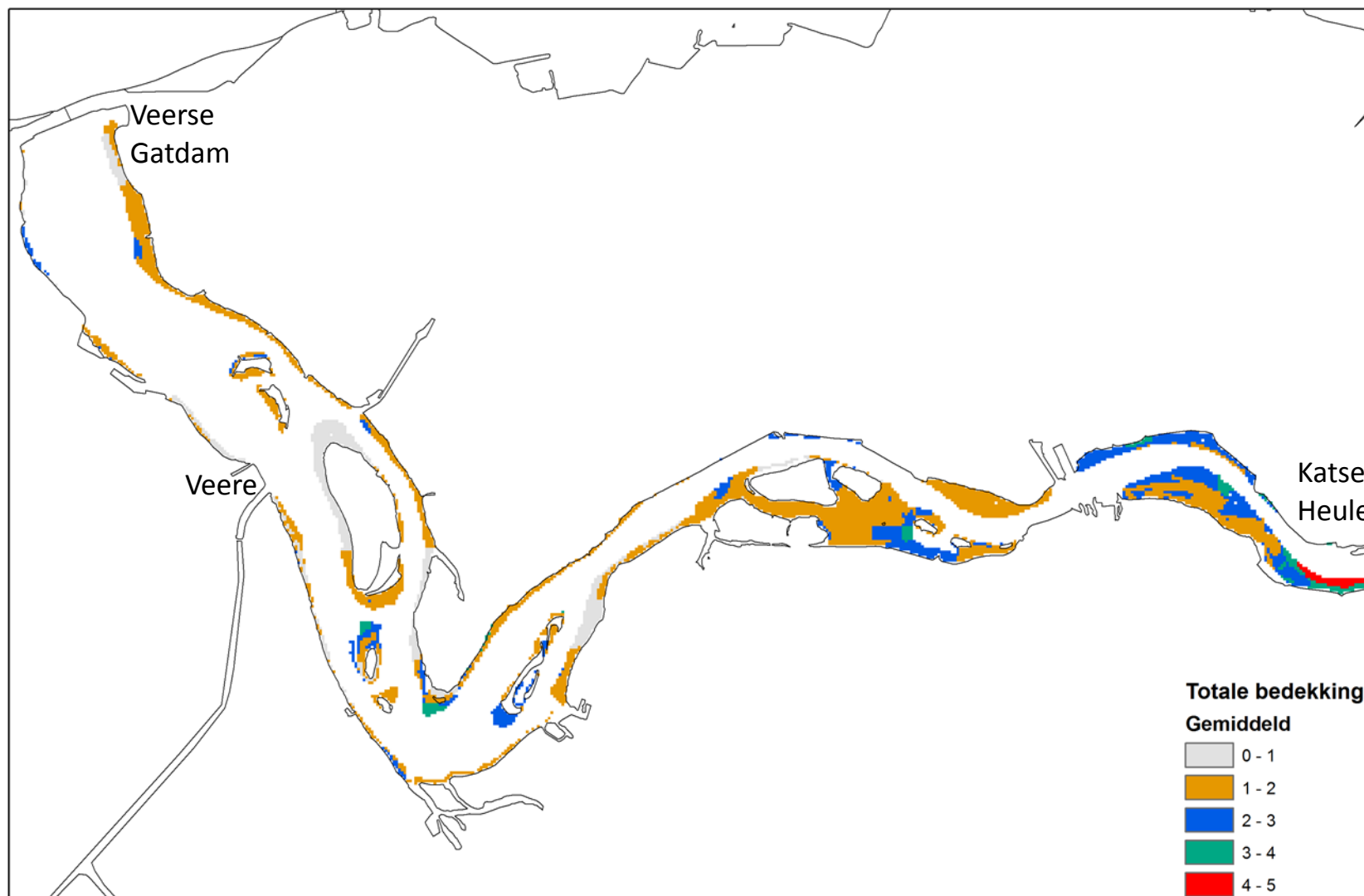
Figuur 7.13 Bruinwier bedekking van de ondiepe delen van het Veerse Meer (0–2 m exclusief oeverbedekking). Het betreft voornamelijk Japans bessenwier. Voor overige uitleg zie Figuur 7.8. NB Vanaf 2008 zijn verspreidingsgegevens bekend; vanaf 2013 is een specifieke inventarisatie in juni uitgevoerd.

7.2.1.6 Lokale verschillen in de aanwezigheid van macro-algen.

Op basis van de verspreidingskaarten van groepen macro-algen van voorgaande studies (Avesaath, 2006, 2008, 2009, 2011, 2013, 2014), is een gemiddelde abundantieklasse van de totale bedekking met macro-algen berekend als aanduiding van mogelijke 'hotspots' voor macro-algen in het Veerse Meer (Figuur 7.14).

Hieruit blijkt dat de hoogste dichtheden en grootste velden van macro-algen zich voornamelijk bevinden in het oostelijke deel van het Veerse Meer tot aan de Middelpaten. Richting westen zijn er lokaal ook nog enkele kleinere 'hotspots' voor macro-algen aangetroffen, waar voornamelijk roodwieren zijn aangetroffen op velden met Japanse oesters. Zeesla komt het meest voor in hogere dichtheden in het oostelijke deel tot aan de Schelphoek. Hoewel in het verleden nog vaker borstelwier is aangetroffen (*Chaetomorpha linum*), is deze gedurende de laatste 2-3 jaren nauwelijks nog gevonden.

Er zijn een aantal hotspots voor roodwieren verspreid over het Veerse Meer. Op deze locaties bevonden/bevinden zich velden met Japanse oesters. De roodwieren kunnen zich beter ontwikkelen op hard substraat. Het is ook mogelijk dat roodwier beter blijft liggen op het ruwe oppervlak van de oesterbedden dan op het zachte substraat. Aanvullend onderzoek is nodig om de correlatie van het voorkomen van roodwieren en oesterbedden te kwantificeren en de aard van het verband te bepalen.



Figuur 7.14 Gemiddelde bedekkingsklasse van macro-algen (totale bedekking) op de ondiepe delen (0 – 2 m diepte) van het Veerse Meer van 2006 tot en met 2014.

Bedekkingen gemiddelde klasse van 0-1= <5 %; van 1-2= 0-5%; van 2-3=5-30%; van 3-4: 30-50%; van 4-5: >50 %.

7.2.1.7 Conclusies over de macro-algen gemeenschap in hoofdgroepen na de ingebruikname van de Katse Heule

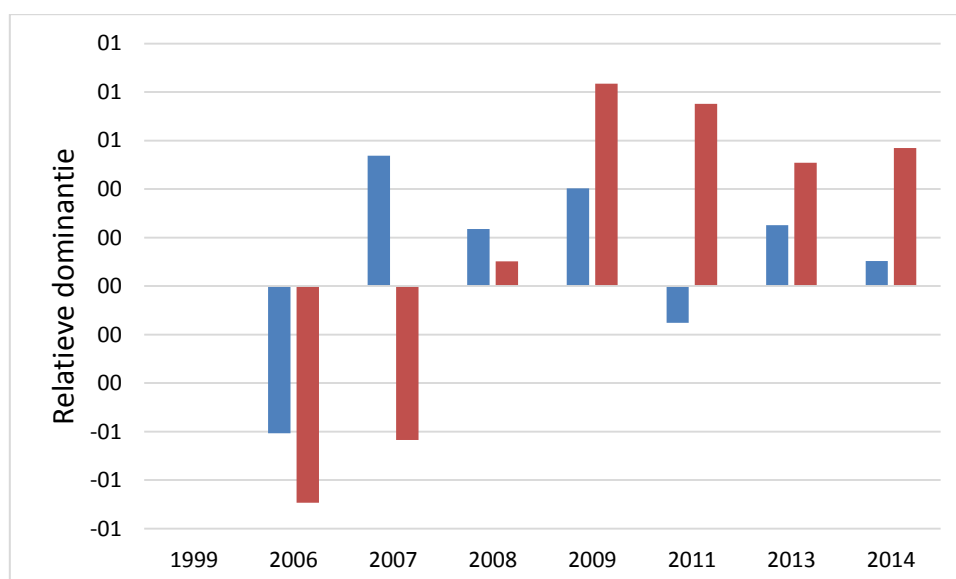
De samenstelling van de macro-algen gemeenschappen op de ondiepe delen van het zachte substraat van het Veerse Meer is veranderd ten opzichte van de situatie voor de openstelling van de Katse Heule. Voor de opening van de Katse Heule was het systeem gedomineerd door zeesla en andere groenwieren (peiljaar 1999 zie (Kamermans *et al.* 1999). Vervolgens is de verspreiding en abundantie van de soort sterk afgenomen en is in 2003 niet meer aangetroffen. Die afname werd hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door lichtlimitatie als gevolg van de grote fytoplanktonbloeien. De soort is na die tijd opnieuw toegenomen, maar heeft niet meer de abundantie bereikt van voor de ingebruikname van de Katse Heule.

Na 2006 zijn de roodwieren zich relatief beter gaan ontwikkelen dan zeesla (Figuur 7.15), waarbij sinds 2008 zowel de verspreiding (oppervlak waar roodwieren/zeesla in enige bedekking zijn aangetroffen) als de totale abundantie (gewogen gemiddelde) van roodwieren die van zeesla in het algemeen overstijgt (met uitzondering van de verspreiding in 2011). Het is waarschijnlijk dat de veranderingen in waterkwaliteit (toename saliniteit, afname nutriënten) door de ingebruikname van het doorlaatmiddel hier een rol in speelt.

De afname van zeesla in het Veerse Meer is zowel in ecologisch als economisch oogpunt een verbetering. Zeesla kan bij aanwezigheid in grote hoeveelheden lokaal anaerobe omstandigheden veroorzaken in/op de bodem- en soms ook de waterlaag. Hierdoor kan er, zeker na het groeiseizoen waarbij zeesla afsterft, stankoverlast ontstaan voor de waterrecreanten in, op en langs het water.

De aangetroffen roodwieren, voornamelijk *Gracilaria/Gracilariopsis sp.*, hebben een meer open (vertakte) structuur en veroorzaken niet zo snel verstikking van de bodem wanneer deze in hogere biomassa's voorkomen.

Alhoewel de samenstelling lokaal jaarlijks (sterk) kan verschillen en mogelijk overlast kan veroorzaken, laten de laatste 3 jaren slechts een lichte toename in de totale abundantie zien voor de beschreven hoofdgroepen.



Figuur 7.15 Weergave van de relatieve dominantie van de bedekking (blauw) en totale abundantie (gewogen gemiddelde; rood) van roodwieren ten opzichte van zeesla. Bij gelijke bedekking is de relatieve dominantie 0. Waarden <0 geven een dominantie van zeesla aan. Waarden >0 geven een dominantie van roodwieren aan.

Gezien het verloop van de abundantie van groenwieren (met name zeesla) sinds de aanvang van de surveys, is het waarschijnlijk dat situaties met massale hoeveelheden zeesla zoals die zich hebben voorgedaan voor de openstelling van het Veerse Meer zich niet meer op grote schaal zullen voordoen.

Het is wel mogelijk dat de populatie van Japans bessenwier zich verder ontwikkelt en door de waterrecreant (booteigenaren) kan worden ervaren als een soort die overlast veroorzaakt. De soort is echter alleen waargenomen op locaties ondieper dan 1.5 m. Dit is een diepte waar grootschalige (plezier)vaart niet voorkomt. Wel kan dit lokaal en tijdelijk een probleem vormen voor met name surflokaties en de vaarroute tussen de watersporthaven en het meer.

Samenvatting: Macro-algen van het zacht substraat	
<i>Vóór doorlaatmiddel</i>	Grote hoeveelheden zeesla (1999), in de loop der jaren afnemende verspreiding en abundantie door toename lichtlimitatie als gevolg van algenbloei. In 2003 volledig afwezig.
<i>Na doorlaatmiddel (2006-2014)</i>	Zeesla komt voor maar in veel lagere bedekkingsgraad. Roodwieren hebben zich ontwikkeld en hebben vergelijkbare bedekkingsgraad als zeesla. Ook bruinwieren zijn toegenomen, met name Japans bessenwier is wijd verspreid aanwezig.
<i>Na aanpassing winterpeil (2009-2014)</i>	Het aantal jaren met waarnemingen is te kort om vast te kunnen stellen of het aangepaste winterpeil effect heeft op de arealen van de verschillende groepen macro-algen. Er zijn geen grote veranderingen opgetreden. Het 's winters niet meer droogvallende areaal is in principe geschikt habitat voor zeesla, roodwieren (indien hard substraat zoals oesterschelpen beschikbaar zijn) en bruinwieren zoals Japans bessenwier.

7.2.2 Zeegras

7.2.2.1 Monitoring

Vanwege de afwezigheid van zeegras in het Veerse Meer is recent geen monitoring meer uitgevoerd. De laatste opname dateert van 2003.

7.2.2.2 Zeegras na afsluiting Veerse Meer

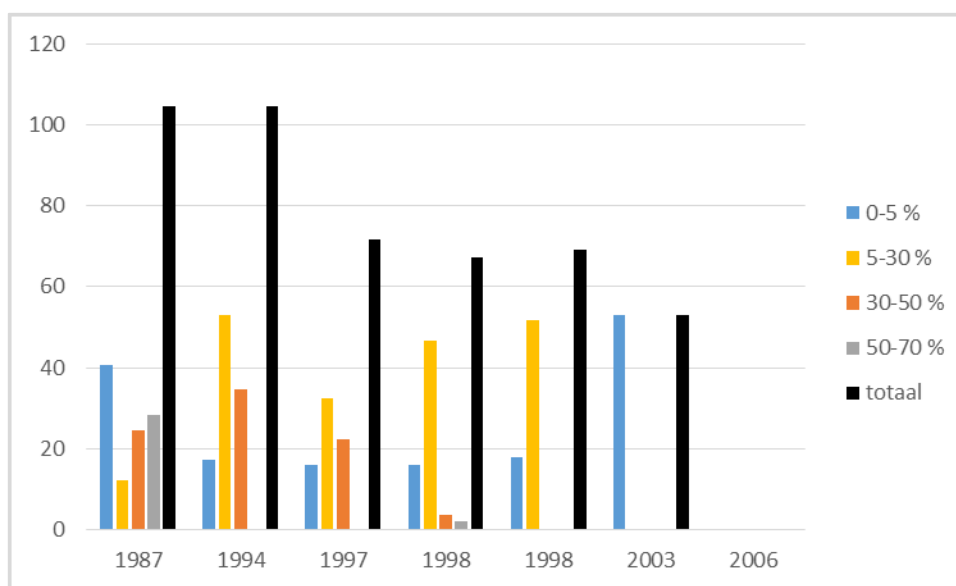
Oorspronkelijk kwam zowel groot zeegras (*Zostera marina*) als klein zeegras (*Zostera noltii*) voor in het Veerse Meer (Craeymeersch & De Vries 2007).

Na de afsluiting in 1961 is het klein zeegras verdwenen. Sinds 2003 is er ook geen groot zeegras meer gevonden in het Veerse Meer (Figuur 7.16). Het groot zeegras was altijd abundant in het oostelijke deel, en daar (tot aan de Middelpalen) is groot zeegras het laatst waargenomen.

7.2.2.3 Zeegras na het doorlaatmiddel

Vanaf 2006 zijn geen zeegrassen meer waargenomen ((Van Avesaath et al. 2006, Van Avesaath et al. 2007, Van Avesaath et al. 2008, Van Avesaath et al. 2009, Van Avesaath et al. 2011, 2013, 2014)), en het open stellen van de Katse Heule heeft voor zeegrassen derhalve (nog) geen verbetering opgeleverd (Figuur 7.16)

Overigens is het verdwijnen van zeegras niet specifiek voor het Veerse Meer. Ook in het Grevelingenmeer is zeegras verdwenen en in intergetijdegebieden als Oosterschelde (en Waddenzee) is zeegras sterk achteruitgegaan. Mogelijk worden in de toekomst in het kader van de KRW maatregelen genomen voor de herintroductie van zeegras.



Figuur 7.16 Arealen en bedekkingspercentages van Groot zeegras van 1987 tot en met 2003 (Craeymeersch & De Vries 2007)

Samenvatting: Zeegras	
Vóór doorlaatmiddel	Klein zeegras na de afsluiting van het Veerse Meer verdwenen. Groot zeegras na 2003 verdwenen.
Na doorlaatmiddel (2010-2014)	Geen zeegras meer waargenomen.
Na aanpassing winterpeil (2009-2014)	Geen zeegras meer waargenomen.

7.2.3 Bodemdieren op zacht substraat

7.2.3.1 Monitoring en analyse

In het kader van de MWTL monitoring zijn, tot en met 2009, elk jaar twee monstercampagnes uitgevoerd, in het voorjaar en in het najaar. Vanaf 2010 is er één najaarscampagne, die eens in de drie jaar wordt uitgevoerd (2010 en 2013). Tijdens elke monstercampagne worden in totaal 60 monsters van bodemdieren verzameld op vaste locaties, 30 in het oostelijke deelgebied en 30 het westelijk deelgebied, verdeeld over drie diepteklassen 0-2 m, 2-8 m en >8m. In diepte klasse 0-2m is gebruik gemaakt van de flushing bemonstering (0,02 m²) t/m 2010 en een vacuüm steekbuis (0,0157) in 2013. In de diepere strata is t/m 2010 gebruik gemaakt van een steekbuis (0,005 m²) gestoken in de ketel van een boxcorer. In 2013 is de hele boxcorer (0,078 m²) geanalyseerd (Leewis *et al.* 2015).

Voor het beschrijven van de trends in bodemdieren voor en na de ingebruikname van het doorlaatmiddel, is er voor gekozen alleen gebruik te maken van de najaarsbemonstering omdat voor- en najaarsbemonstering binnen een jaar sterk aan elkaar gecorreleerd zijn en de hoogste niveaus van biomassa en aantal soorten vooral bereikt worden in de najaarsbemonstering.

Naast een algemene beschrijving is een analyse uitgevoerd, gericht op de dominante soorten, d.w.z. de soorten die met een frequentie van minimaal 1% voorkomen in alle najaarsmonsters van 2000-2013. Voor deze analyse is de studieperiode verdeeld in drie deelperioden van gelijke omvang m.b.t. de databeschikbaarheid, die gekoppeld zijn aan de ingebruikname van het doorlaatmiddel: 'Voor' (2000-2003), 'Overgangperiode' (2004-2007) en 'Na' (2008-2013).

7.2.3.2 Macrobenthos voor het doorlaatmiddel

In Escaravage & Hummel (2003) werd een opname gemaakt van het benthos, op basis van de MWTL monitoringgegevens verzameld tussen 1990 en 2003. Uit die studie bleek dat de macrofauna van het diepste stratum aan het afsterven was en dat vele soorten in de ondiepe strata letterlijk gedecimeerd waren in de jaren voor de ingebruikname van het doorlaatmiddel (2000-2003). De periode vlak voor de ingebruikname werd gekenmerkt door lage zuurstofconcentraties (§6.3) en een explosieve bloei van picoplankton (§7.1.1) dat te klein is om efficiënt door schelpdieren te kunnen worden gefiltreerd,. Er trad massale sterfte van strandgapers op en een algemene verarming van de bodemdierengemeenschap (Craeymeersch & De Vries 2007).

7.2.3.3 Macrobenthos na het doorlaatmiddel

Craeymeersch & De Vries (2007) beschrijven in hun evaluatie voor de Katse Heule tot en met 2006 een spectaculair herstel van het systeem voor o.a. het benthos. De gegevens besproken door Craeymeersch & De Vries (2007) waren, wat het benthos betreft, vooral

toegesplitst op de aanwezigheid van brakke soorten, het aantal soorten en de biomassa aan schelpdieren, mosselen, strandgapers en kokkels.

Voor deze bekkenrapportage is een uitgebreidere analyse uitgevoerd van de gegevens van de bodemdierenbemonstering in de jaren 2000-2010 aangevuld met de resultaten van 2013. In Bijlage C zijn de resultaten in detail weergegeven. Hier worden de resultaten op hoofdlijnen besproken.

Dichtheid bodemdieren

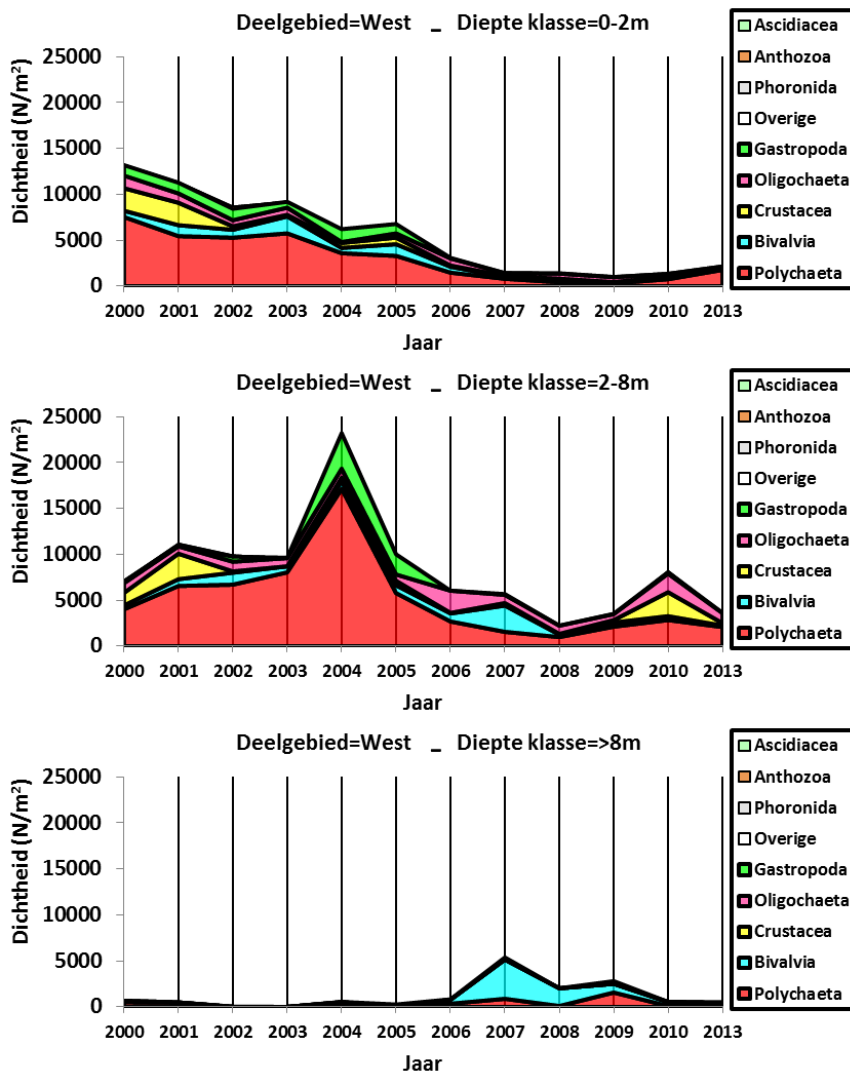
De dichtheid van bodemdieren is in het westelijk deel van het Veerse Meer hoger dan in het oostelijk deel (Bijlage C, Figuur C.1). De gemiddelde dichtheid in beide gebieden is weergegeven in Figuur 7.17. In aantal wordt de bodemdierengemeenschap gedomineerd door borstelwormen (Polychaeta, Oligochaeta). In het oosten is het aandeel van kreeftachtigen (Crustacea) groter dan in het westen. Over de gehele periode beschouwd, neemt de bodemdierendichtheid (aantal dieren per m²) af in de drie diepteklassen (0-2 m, 2-8 m, >8 m) in zowel het oostelijk als het westelijk deel van het Veerse Meer. Hoewel rond 2004-2005 de dichtheid stabiliseert of zelfs toeneemt in beide deelgebieden, maar vooral in de diepteklasse 2-8 m, neemt daarna de bodemdierendichtheid sterk af in de ondiepste zones. De veranderingen in dichtheden worden vooral bepaald door veranderingen in de dichtheden van borstelwormen. Het eerder beschreven herstel in Craeymeersch & De Vries (2007) zet dus niet door op de langere termijn, voor wat betreft de dichtheid van bodemdieren.

Net als de dichtheid, is de biomassa van bodemdieren in het westelijk deel van het Veerse Meer hoger dan in het oostelijk deel (Bijlage C Figuur C.2). In biomassa zijn schelpdieren veruit de belangrijkste groep (Bijlage C Figuur C.3, C.4).

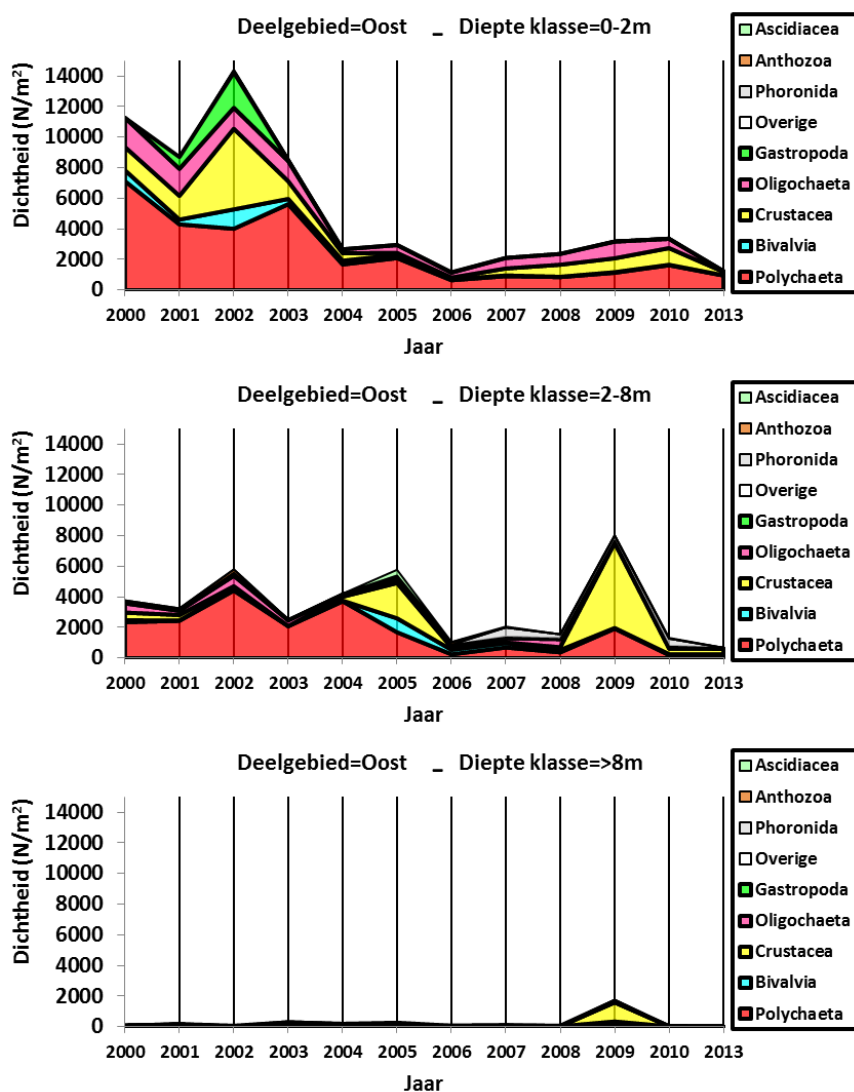
In het westen komen hoge biomassa's voor tot 8 m diepte. Vóór de instelling van het doorlaatmiddel nam de biomassa van bodemdieren sterk af tussen 2000 en 2003 in de diepteklasse. Direct na de instelling van de Katse Heule nam de biomassa van de bodemdieren sterk toe, ook in de diepere delen (>8 m). Dit herstel heeft zich echter niet voortgezet. In 2013 was de bodemdierenbiomassa weer afgenomen in alle diepteklassen ten opzichte van eerdere jaren (Bijlage C Figuur C.3).

In het oosten was het patroon min of meer vergelijkbaar. In de ondiepe delen (0-2 m) zijn minder grote veranderingen opgetreden maar is wel sprake van een lichte daling. In de diepere delen vond een toename van de bodemdierenbiomassa plaats na 2004, gevolgd door een sterke afname na 2006 (Bijlage C Figuur C.4).

Het eerder door Craeymeersch & De Vries (2007) gesignaleerde snelle herstel van de bodemdierengemeenschap na de ingebruikname van het doorlaatmiddel, was gebaseerd op de monitoring gegevens t/m 2006 en had dus betrekking op die eerste periode met snelle veranderingen. De hier gepresenteerde resultaten geven aan dat de bodemdierengemeenschap nog steeds aan het veranderen is.



Figuur 7.17a. Gemiddelde bodemdierendichtheid N/m² tussen 2000 en 2013 (najaar) in het westelijk deel van het Veerse Meer in de drie dieptestrata 0-2m, 2-8m en >8m.



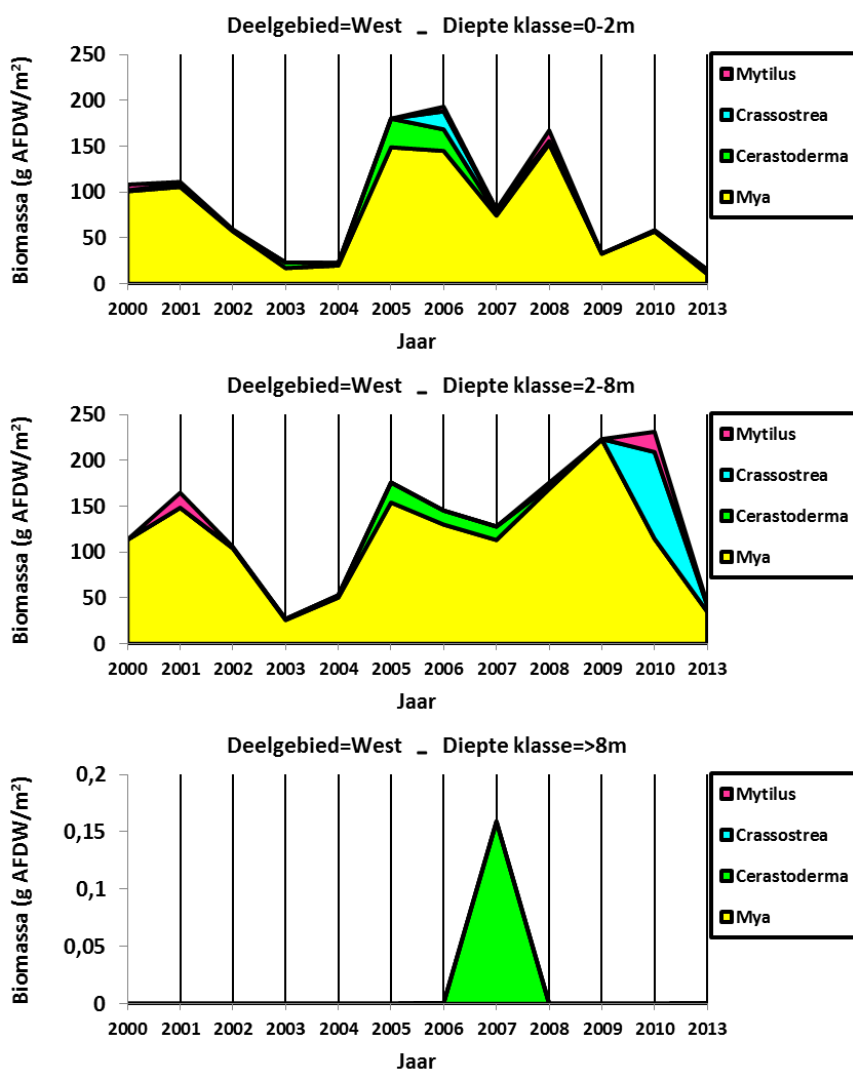
Figuur 7.17b. Gemiddelde bodemdierendichtheid N/m^2 tussen 2000 en 2013 (najaar) in het oostelijk deel van het Veerse Meer in de drie dieptestrata 0-2m, 2-8m en >8m .

Biomassa

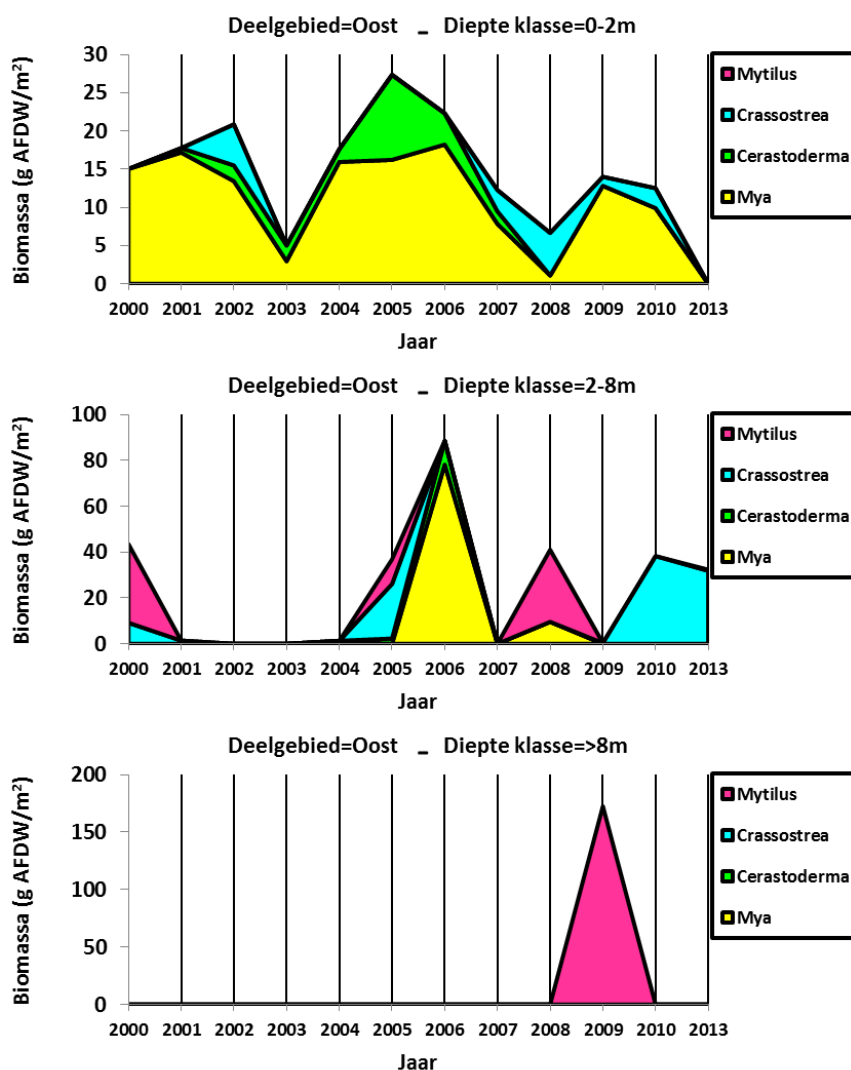
Veranderingen biomassa schelpdieren

In het westelijk deel is de ontwikkeling van de biomassa in de diepteklasse tot 8 m voornamelijk bepaald door veranderingen in de biomassa van strandgapers (*Mya arenaria*), met een geringe bijdrage van kokkels, mosselen en Japanse oesters. Dieper dan 8 m zijn alleen kokkels aangetroffen (Figuur 7.18).

De biomassa van strandgapers is beduidend lager in het oostelijke deel (Figuur 7.19). De biomassa wordt in belangrijke mate bepaald door strandgapers, met in enkele jaren mosselen en oesters. De biomassa fluctueert zonder duidelijke trend na de ingebruikname van het doorlaatmiddel.



Figuur 7.18 Gemiddelde biomassa (mg AFDW/m²) van de tweekleppigen strandgaper (*Mya*), kokkel (*Cerastoderma*), Japanse oester (*Crassostrea*), mossel (*Mytilus*) in najaar 2000-2013 in het westelijk deel van het Veerse Meer op de drie diepte strata 0-2m, 2-8m en >8m (let op verschillen in schaal).



Figuur 7.19 Gemiddelde biomassa (mg AFDW/m²) van de tweekleppigen strandgaper (*Mya*), kokkel (*Cerastoderma*), Japanse oester (*Crassostrea*), mossel (*Mytilus*) in najaar 2000-2013 in het oostelijk deel van het Veerse Meer op de drie diepte strata A) 0-2m, B) 2-8m en C) >8m (andere schaal wegens lage biomassa waarden).

Soortenaantal

Ook het initiële herstel in soortenaantal lijkt niet door te zetten (Bijlage C Figuur C.5). Het aantal soorten neemt af tussen 2000 en 2003 in de diepteklassen 0-2 m en 2-8 m van beide gebieden en vervolgens toe direct na de ingebruikname van de Katse Heule tussen 2003 en 2005. Deze toename wordt niet vervolgd in de jaren erna waar het aantal soorten stabiliseert of zelfs afneemt na 2005 in de meeste diepte klassen. De sterke toename in het aantal soorten tussen 2010 en 2013 in de diepte klasse 2-8 m is mogelijk veroorzaakt door het vergroten van het monsteroppervlak tussen die twee jaren.

Over de hele periode neemt het aantal soorten af, vooral in diepteklasse 0-2 m in beide gebieden. De Shannon index, een maat voor de biodiversiteit, laat eveneens een afname zien, vooral in de ondiepe gebieden (Bijlage C Figuur C.6).

Verandering in wormenpercentage

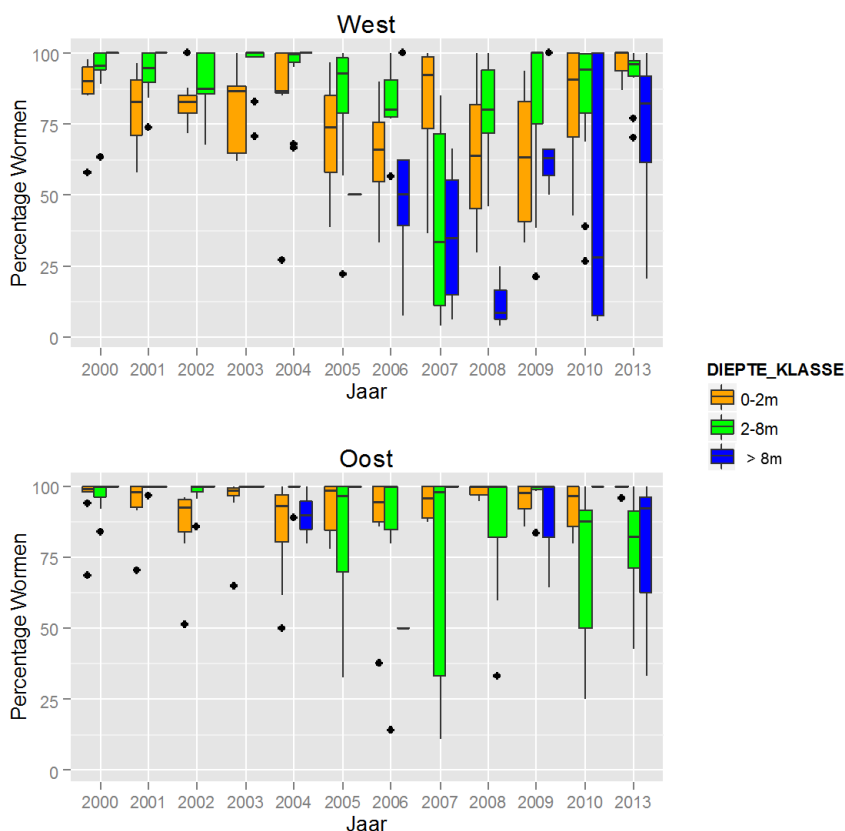
Het wormenpercentage (% wormen in totale aantal bodemdieren) wordt gezien als een indicator voor verrijking van het sediment met organische stof (Pearson & Rosenberg 1978, Reise *et al.* 1989). Het geeft ook een aanwijzing over de samenstelling van de bodemdierengemeenschap en het aandeel van detritus-eters ten opzichte van grazers die leven van algen in de waterkolom of op de bodem, en daarmee een indicatie van de belangrijkste voedselbron voor de bodemdierengemeenschap (Wetsteijn 2011).

In zowel het oostelijk als het westelijk deel is het wormenpercentage in het algemeen hoger in de beginperiode (2000-2004) dan in de jaren erna (Figuur 7.22). Het wormenpercentage is beduidend hoger in het oostelijk deel.

Tussen 2000 en 2004 is er weinig verandering waar te nemen met hogere wormenpercentages in de diepere delen. Na 2004 vond een afname van het wormenpercentage plaats in het westelijk deel. Echter, in 2013 nam het wormenpercentage weer toe, waarbij het aandeel wormen in de diepere delen lager was dan in de ondiepere delen. Deze dieptegradiënt is tegenovergesteld aan die van de periode 2000-2004.

In het oostelijke deel zijn de veranderingen in het wormenpercentage minder omvangrijk dan in het westen en blijven vooral beperkt tot een afname in diepteklassen 2-8 m en >8 m.

De veranderingen in wormenpercentage hangen waarschijnlijk samen met de veranderingen als gevolg van het in gebruik nemen van het doorlaatmiddel, maar zijn niet eenvoudig te duiden.



Figuur 7.22 Wormenpercentage (op basis van aantallen) in najaar 2000-2013 in het westelijke en oostelijke deel van het Veerse Meer op de drie dieptestrata 0-2m, 2-8m en >8m. De middellijn binnen de box toont de mediaan; de box geeft het gebied tussen de 25- en 75-percentielen (de 'interquartile range' IQR). De boven- en onderliggende staafjes ('whiskers') geven de waarnemingen vanaf de 25- en 75-percentielen binnen een afstand van 1,5 x IQR; buiten dit bereik zijn de waarnemingen weergegeven als punten.

Soortensamenstelling

Door het uitvoeren van een non-metric MultiDimensional Scaling (nMDS) is de overeenkomst tussen locaties, diepteklassen en monsterperiodes onderzocht op basis van de biomassa van de 71 meest dominante bodemdiersoorten. De resultaten laten een duidelijke scheiding zien tussen de locaties op basis van diepteklasse en monsterperiodes (2000-2003, 2004-2007, 2008-2013 (Bijlage C Figuur C.8). Verschillen tussen monsterlocaties uit het oostelijk en die uit het westelijk deel van het Veerse Meer bleken veel minder duidelijk.

Er was een sterke gradiënt met de diepte met een verarming met toenemende diepte. Het verschil tussen de diepteklassen 0-2 m en 2-8 m werd vooral veroorzaakt door een afname in biomassa van de dominante soorten. Uitzonderingen daarop waren mossel *Mytilus edulis*, gevlochten fuikhoorn *Nassarius reticulatus*, penseelkrabbetje *Hemigrapsus takanoi*, muiltje *Crepidula fornicata*, korfschelp *Corbula gibba*, anemonen *Actinaria* en hoefijzerwormen *Phoronida* die hogere biomassa bereikten op locaties tussen 2 en 8 m. In diepteklasse >8 m was sprake van een verdere afname in biomassa van de bodemdieren gemeenschap met uitzondering van de schelpdieren korfschelp *Corbula gibba* en glanzende dunschaal *Abra nitida* die een hogere biomassa hadden op locaties >8 m.

De veranderingen in soortensamenstelling in de tijd leiden tot duidelijke verschillen tussen de periode voor de ingebruikname van de Katse Heule (2000-2003), de overgangperiode (2004-2007) en de latere jaren (2008-2013). Het verschil tussen de perioden voor en na de Katse Heule bestond vooral uit het (bijna) verdwijnen van een aantal brakke soorten zoals de brakwaterkokkel *Cerastoderma glaucum*, de platte slijkgaper *Scrobicularia plana*, de zuiderzeekrab *Rhithropanopeus harrisi*, de lijnpissebed *Cyathura carinata*, de zeeslak *Ecrobia ventrosa* en de trompetkalkkokerworm *Ficopomatus enigmatus*. Ook de biomassa van verschillende soorten borstelwormen nam af direct na de ingebruikname van de Katse Heule (ambergele zeeduizendpoot *Alita succinea*, veelkleurige duizendpoot *Hediste diversicolor*, *Heteromastus filliformis* en *Polydora cornuta*). Er trad in die periode een toename van strandgapers en kokkels op.

In latere jaren nam de biomassa van strandgapers en kokkels weer af. Daarnaast zijn een aantal estuariene/mariene soorten toegenomen zoals strandkrab *Carcinus maenas*, penseelkrabbetje *Hemigrapsus takanoi*, de borstelwormen *Capitella capitata* en *Platynereis dumerilii* en in biomassa vooral de wadpier *Arenicola marina*. Wellicht zal de kolonisatie door mariene soorten nog een aantal jaren door moeten gaan voordat het verlies in biodiversiteit door het verdwijnen van brakke soorten gecompenseerd kan worden.

Samenvatting: Bodemdieren van het zacht substraat	
<i>Vóór doorlaatmiddel</i>	Afname van de dichtheid en biomassa van bodemdieren als gevolg van de zuurstofloosheid in de diepere delen. Massale sterfte van strandgapers.
<i>Na doorlaatmiddel (2004-2014)</i>	Afname trompetkalkkokerwormen en andere brakwatersoorten. Initiële toename van bodemdieren biomassa, vooral door toename van strandgapers en kokkels. Vanaf 2007 weer afname van deze schelpdiersoorten, terwijl de wadpier toenam. Geleidelijke daling van bodemdierdichtheid, en lagere biomassa na 2009/2010. Toename van mariene soorten. Voortgaande verandering in soortensamenstelling bodemdiergemeenschap.
<i>Na aanpassing winterpeil (2009-2014)</i>	Onvoldoende meetgegevens (geen bemonstering van het gebied dat niet meer droogvalt; maar één jaar gemeten na uitvoering peilbesluit).

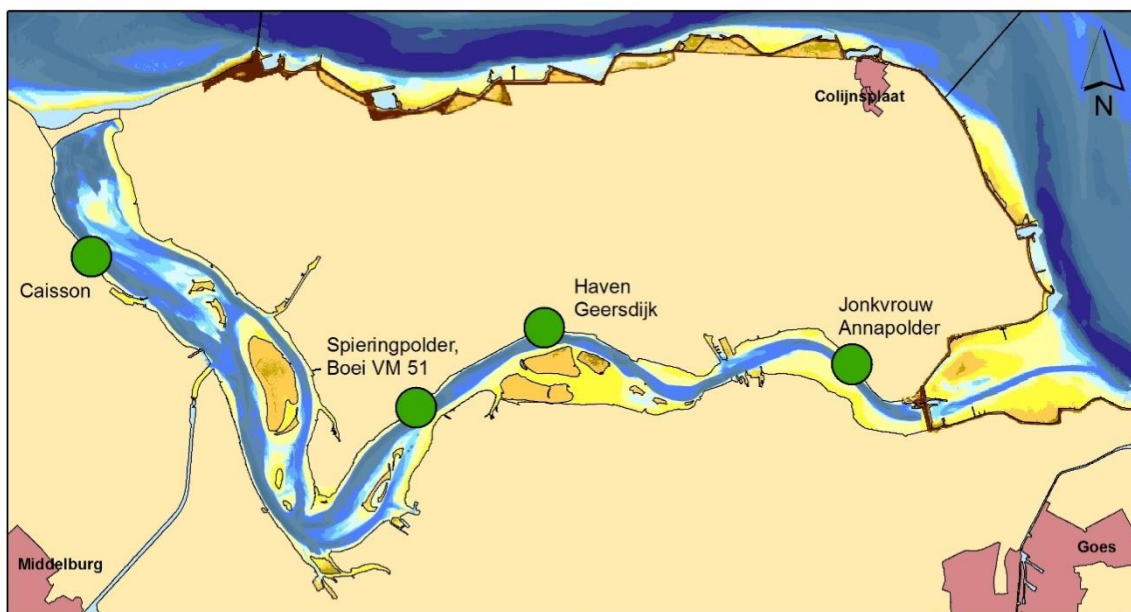
7.2.4 Hard substraat: flora en fauna

7.2.4.1 Monitoring en analyse

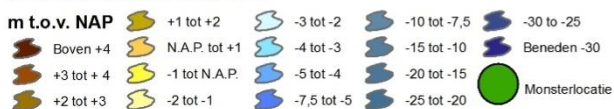
Het Veerse Meer kent harde substraten in de vorm van steenstort langs dijken en dammen, de erosiedammetjes rondom eilanden, palen, steigers en enkele wrakken. De meeste harde substraten komen voor van 0 tot 5 meter diepte en een enkele keer tot 10 à 12 meter diepte. Sinds 1991 worden de levensgemeenschappen op hard substraat in het Veerse Meer middels duikonderzoek geïnventariseerd.

Voor het Veerse Meer zijn 2 representatieve diepte-strata onderzocht: de infralittorale zone (wierzone, 1.5-2.0 meter diepte t.o.v. het zomerpeil) en de circalittorale zone (ondiepe faunazone, 4.5-6.0 meter diepte t.o.v. het zomerpeil). De locaties zijn zo gekozen dat zij voor beide diepte-strata een representatief beeld van het Veerse Meer weergeven (Figuur 7.26). De locaties Caisson in het westen en Geersdijk in het midden zijn sinds 1991 bemonsterd. In 2004 is de locatie Jonkvrouw Annapolder in het oostelijk deel van het Veerse Meer toegevoegd.

Met behulp van een clusteranalyse is een beschrijving gemaakt van de verschillende gemeenschappen die het hard substraat op de verschillende locaties en in de verschillende jaren karakteriseren (Figuur 7.27).



Monsterlocaties Veerse Meer



Figuur 7.26 Locaties in het Veerse Meer waar hard substraat opnamen zijn gemaakt in september 2011.

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2007	2008	2008	2009	2009	2010	2010	2011	2011	2012	2012	2013	2013	2014	2014			
Jonkvrouw																																			
0-2.5																3-C1a	3-C1c	4-a7	4-a3	4-a7	4-a3	4-a5	4-a3	4-a5	4-a3	4-a5	4-a3	4-a4	4-a3	4-a10	4-a8	4-a5	4-a2		
2.6-5.0															2	3-C1a					4-a1		4-a2					4-a2	4-a5	4-a2					
5.1-7.5																	3-C1a	4-a2	4-a2	4-a4			4-a1			4-a5		4-a5	4-a2	4-a4				4-a2	4-a2
Geersdijk	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2007	2008	2008	2009	2009	2010	2010	2011	2011	2012	2012	2013	2013	2014	2014			
0-2.5		1-I1	1-I1	1-I1	1-I1	1-I1	1-I1	1-I1	1-I1	1-I1	1-I1	1-C1				3-C1a	3-C1c	5	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	
2.6-5.0		1-C1	1-C1									1-C1	1-C1			2	3-C1a	3-C1b	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	
5.1-7.5	1-C1			1-C1	1-C1	1-C1			1-C1	1-C1	1-C1			2										4-a5		4-a5		4-a4		4-a5		4-a2	4-a2		
VM51	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2007	2008	2008	2009	2009	2010	2010	2011	2011	2012	2012	2013	2013	2014	2014			
0-2.5																3-C1a					4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1		
2.6-5.0																					4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	
5.1-7.5																3-C1a						4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	4-a1	
Caisson	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2007	2008	2008	2009	2009	2010	2010	2011	2011	2012	2012	2013	2013	2014	2014			
0-2.5				1-I1	1-I1	1-I1	1-I1	1-I1	1-I1	1-I1	1-I1	1-C1				3-C1a	3-C1c	5	3-C1b	4-a10	3-C1b	4-a10	3-C1c	4-a10	3-C1c	4-a10	4-a10	4-a10	4-a10	4-a10	4-a10	4-a10	4-a10		
2.6-5.0															2				3-C1b	3-C1b	3-C1b	4-a11	3-C1b	4-a11	4-a9	4-a11	4-a9	4-a9	4-a9	4-a9	4-a9	4-a9	4-a9	4-a9	
5.1-7.5				1-C1			1-C1	1-C1	1-C1	1-C1	1-C1	1-C1	1-C1	2	3-C1a	3-C1b		3-C1b	3-C1b	3-C1b	4-a11	3-C1b	4-a11	4-a9	4-a11	4-a9	4-a9	4-a9	4-a9	4-a9	4-a9	4-a9	4-a9		
7.6-10.0	1-C1	1-C1															3-C1b										4-a11								
10.1-12.5				1-C1																															

code:	Dominante soorten:
gemeenschappen in de periode voor de Katse Heule:	
1-C1	<i>Mytilus edulis</i> , zeepokken, <i>Crassostrea gigas</i> en <i>Ficopomatus enigmaticus</i>
1-I1	<i>Dasya bailouviana</i> , <i>Callithamnio byssoides</i> , <i>Polysiphonia violacea</i> , <i>Mytilus edulis</i> , zeepokken en <i>Crassostrea gigas</i>
2	<i>Ficopomatus enigmaticus</i>
gemeenschappen en varianten in de periode na de Katse Heule:	
3-C1a	<i>Ficopomatus enigmaticus</i> , <i>Crassostrea gigas</i> , <i>Asciidiella aspersa</i> , <i>Ciona intestinalis</i> en <i>Mytilus edulis</i>
3-C1b	<i>Heterosiphonia japonica</i> , <i>Mytilus edulis</i> , <i>Asciidiella aspersa</i> en zeepokken
3-C1c	<i>Heterosiphonia japonica</i> , <i>Crassostrea gigas</i> en <i>Mytilus edulis</i>
4-a1	<i>Heterosiphonia japonica</i> , <i>Crassostrea gigas</i> , <i>Asciidiella aspersa</i> en <i>Botrylloides violacea</i>
4-a2	<i>Heterosiphonia japonica</i> , <i>Crassostrea gigas</i> en <i>Didemnum vexillum</i>
4-a3	<i>Heterosiphonia japonica</i> , <i>Ceramium deslongchampsii</i> , <i>Crassostrea gigas</i> , <i>Didemnum vexillum</i> en <i>Botrylloides violacea</i>
4-a4	<i>Desmarestia viridis</i> , <i>Heterosiphonia japonica</i> , <i>Crassostrea gigas</i> en <i>Didemnum vexillum</i>
4-a5	<i>Desmarestia viridis</i> , <i>Heterosiphonia japonica</i> , <i>Crassostrea gigas</i> , <i>Obelia dichotoma</i> en <i>Didemnum vexillum</i>
4-a6	<i>Heterosiphonia japonica</i> , <i>Desmarestia viridis</i> , <i>Crassostrea gigas</i> en <i>Didemnum vexillum</i>
4-a7	<i>Heterosiphonia japonica</i> , <i>Crassostrea gigas</i> en zeepokken
4-a8	<i>Ceramium deslongchampsii</i> , <i>Heterosiphonia japonica</i> , <i>Ceramium cimbricum</i> , <i>Crassostrea gigas</i> en <i>Didemnum vexillum</i>
4-a9	<i>Heterosiphonia japonica</i> , <i>Crassostrea gigas</i> , zeepokken en <i>Mytilus edulis</i>
4-a10	<i>Desmarestia viridis</i> , <i>Heterosiphonia japonica</i> , <i>Crassostrea gigas</i> , <i>Mytilus edulis</i> en zeepokken
4-a11	<i>Heterosiphonia japonica</i> , <i>Crassostrea gigas</i> , <i>Mytilus edulis</i> en zeepokken
5	<i>Sargassum muticum</i> , <i>Crassostrea gigas</i> , <i>Mytilus edulis</i> en zeepokken
6	-

Figuur 7.27 Globaal overzicht van de clusters van soortengemeenschappen die op de verschillende locaties in de periode 1991-2014 zijn waargenomen (boven) en omschrijving van de bepalende soorten in elk cluster (onder).

7.2.4.2 Flora en fauna voor het doorlaatmiddel

Er bestonden van 1991 tot 2003 afzonderlijke gemeenschappen in de wierzone en de diepere delen op beide locaties (Geersdijk, Caisson) (Figuur 7.27). De gemeenschap in de wierzone werd gedomineerd door zeepokken, mosselen en de roodwieren *Dasya baillouviana* en *Callithamnion byssoides*. In de diepere delen waren zeepokken en mosselen dominant. In 1999 werd de Japanse oester *Crassostrea gigas* dominant binnen deze gemeenschap op de locatie Geersdijk, en in 2002 nam de bedekking van de trompetkalkkokerworm *Ficopomatus enigmaticus* op de locaties Geersdijk en Caisson sterk toe. De totale wierbedekking in de wierzone vertoonde in de brak water periode grote jaarlijkse fluctuaties op beide locaties in het najaar. In de ondiepe faunazone kwamen in het najaar nauwelijks wieren voor.

7.2.4.3 Flora en fauna na het doorlaatmiddel

Na de ingebruikname van de Katse Heule was in november 2004 alle beschikbare substraat nog begroeid met de soortenarme trompetkalkkokerworm-gemeenschap. In het najaar van 2005 werd op alle locaties op alle diepten een kolonisatie-gemeenschap, gedomineerd door de solitaire zakpijpen *Ascidiella aspersa* en *Ciona intestinalis* aangetroffen. Japanse oesters, mosselen en trompetkalkkokerwormen kwamen op alle locaties voor, maar wisselden sterk in dominantie. De Japanse oester was dominant op de oostelijke locatie Jonkvrouw Annapolder en de mossel en trompetkalkkokerworm op de westelijke locatie Caisson.

In 2006 hadden zich vanuit de kolonisatie-gemeenschap twee varianten ontwikkeld.

In de wierzone was de Japanse oester dominant op de locaties Jonkvrouw Annapolder en Geersdijk, en de mossel op de locatie Caisson. Doordat zich enkele wieren hadden kunnen vestigen was de variant soortenrijker dan in de ondiepe faunazone. In de ondiepe faunazone was de bedekking van oesters laag op de locatie Geersdijk en was de soort afwezig op de locatie Caisson. Wel was de solitaire zakpijp *Ascidiella aspersa* dominant op beide locaties.

Na 2006 trad er een duidelijke differentiatie op tussen de gemeenschappen op de oostelijke locaties en de westelijke locatie Caisson. Op de oostelijke locaties werd op alle diepten de Japanse oester dominant. Op de westelijke locatie Caisson bleef de mossel dominant.

Vanaf 2004 is het Veerse Meer, door de ingebruikname van de Katse Heule veranderd van een brakwater- naar een zoutwatermeer, met een verbeterde waterkwaliteit. Hierdoor zijn de typische brakwatersoorten van het meer verdwenen.

De kolonisatie van zoutwatersoorten vanuit de Oosterschelde kwam direct in het oostelijk deel van het meer op gang, en in het westelijke deel op de locatie Caisson kwamen soorten voor die ook in het brakwater meer aanwezig waren.

De soorten die vanuit de Oosterschelde het Veerse Meer koloniseerden waren pionierssoorten zoals de solitaire zakpijp *Ascidiella aspersa*, en invasieve exoten die in de Oosterschelde aanwezig waren. Deze invasieve soorten, zoals de Japanse oester *Crassostrea gigas*, het roodwier *Heterosiphonia japonica* en de kolonievormende zakpijpen *Didemnum vexillum* en *Botrylloides violacea* hebben zich ook op grote delen van het substraat in het oostelijk deel van de Oosterschelde en in de Grevelingen gevestigd.

Het ontstaan van voorjaars- en najaarsvarianten komt vooral door verschillen in de bedekkingspercentages van dit roodwier, de kolonievormende zakpijpen en grote bruinwieren. De bedekkingspercentages van de wieren zijn hoog in het voorjaar en nemen af in de zomer, terwijl kolonievormende zakpijpen sterk kunnen uitgroeien gedurende de zomer. Het verhogen van het winterpeil lijkt alleen een effect te hebben op de wierbedekking op het diepere station op de locatie Caisson. Door de verhoging van het peil is er op deze diepte te weinig licht aanwezig voor een wiergroei. Op de oostelijke locaties is op deze diepten geen hard substraat aanwezig.

Problemen die in het Veerse Meer kunnen ontstaan, zijn langdurige zuurstofloosheid in de zomer in het westelijk deel van het Veerse Meer en de aanvoer van gesuspendeerd materiaal vanuit de Oosterschelde in het oostelijk deel.

In het westelijk deel van het Veerse Meer hebben lage zuurstofgehalten in het diepere water negatieve effecten op het aantal soorten. Op andere locaties in het westelijke deel van het Veerse Meer werden in de zomer plekken met zwavelbacteriën gevonden.

In het oostelijk deel van het Veerse Meer is vanaf 2006 het gesedimenteerde materiaal op de onderzochte locatie Jonkvrouw Annapolder fijner van samenstelling geworden, zowel in de wierzone als in de faunazone. In onderzoek met sedimentvallen bleek de sedimentatie gedurende de periode mei-september toe te nemen. De sedimentatie in september was ongeveer 80 g/m² per dag in het oostelijk deel (Jonkvrouw Annapolder) en ongeveer 20 g/m² per dag in het westelijk deel (Caisson). In het oostelijk deel was het organisch stofgehalte 4-12%, terwijl die in het midden en westelijk deel veel lager was (<4%). Dit kan voor toename van de zuurstofloze zone in de bodem zorgen.

Het aangevoerde gesuspendeerd materiaal heeft een hoog gehalte aan organische stof en sedimenteert direct in de diepere delen achter de Katse Heule en zorgt voor anaerobe omstandigheden in de bodem. Door de aanvoer van zuurstofrijk water vanuit de Oosterschelde is deze zuurstofloosheid niet meetbaar in de waterkolom.

7.2.4.4 *Ontwikkelingen in aantal soorten*

In de brakwater periode voor de opening van de Katse Heule was het aantal soorten hoger in de gemeenschap in de wierzone dan in de gemeenschap in de ondiepe faunazone. Hoewel dezelfde gemeenschappen op beide locaties voorkwamen, was de oostelijke locatie Geersdijk iets soortenrijker dan de westelijke locatie Caisson.

Voor de opening van de Katse Heule was op alle locaties het aantal soorten in de faunazone sterk gedaald. In de wierzone zijn in deze periode geen opnamen gemaakt, maar in de winter waren de wieren afgestorven en kwam de trompetkalkkokerworm hier ook dominant voor.

In 2005 steeg het aantal soorten sterk. Dit gebeurde het snelste in het oosten op de locatie Jonkvrouw Annapolder, gevolgd door de locatie Geersdijk en tenslotte de westelijke locatie Caisson.

Vanaf 2010 bleef het aantal soorten min of meer constant. Het aantal soorten in het voorjaar en najaar was vergelijkbaar op de locaties Jonkvrouw Annapolder en Geersdijk, maar op de locatie Caisson was het aantal soorten in het voorjaar vaak lager dan in het najaar. Waarschijnlijk is dit veroorzaakt door de lagere watertemperatuur in het voorjaar op deze locatie. Het lage soortenaantal in sommige jaren op het diepe station op de locatie Caisson is veroorzaakt door langdurige perioden van zuurstofloosheid in de zomer.

7.2.4.5 *Ontwikkelingen in een aantal dominante soortgroepen*

Mossel

In de brakwater periode was de mossel de meest algemene soort in het Veerse Meer in beide dieptestrata. Voor de opening van de Katse Heule was de bedekking al sterk gedaald. Na de opening van de Katse Heule was de mossel alleen nog op de locatie Caisson dominant. Op de locatie Jonkvrouw Annapolder kwam de mossel niet voor. Op de locatie Geersdijk werd de soort in 2006 dominant in de wierzone, maar daarna nam de bedekking sterk af. Op de locatie Caisson steeg de bedekking tot en met 2007, maar daarna nam de bedekking van de soort af op in beide dieptestrata.

Trompetkalkkokerworm

De trompetkalkkokerworm kwam in het brakke meer in lage dichtheden voor in de ondiepe faunazone. In 2002, in een zomer met een sterke algenbloei, breidde de worm zich explosief

uit en overgroeide alle beschikbare substraten en alle andere organismen. In 2005, na de opening van de Katse Heule, daalde de bedekking op de locatie Jonkvrouw Annapolder en in 2006 op de locaties Geersdijk en Caisson. Hierna is deze brakwatersoort alleen nog in lage dichtheden op de locatie Caisson gevonden.

Solitaire zakpijpen

In de brakwater periode kwam de zijker *Molgula manhattensis* als enige solitaire zakpijp binnen het Veerse Meer voor. In 1996 was de soort zelfs dominant in de wierzone op de locatie Geersdijk. Na de opening van de Katse Heule werd direct de vuilwitte zakpijp *Asciadiella aspersa* dominant op alle locaties. In 2007 nam deze soort in bedekking af, maar kon in sommige jaren weer dominant zijn. Ook de Japanse zakpijp *Styela clava* en de doorschijnende zakpijp *Ciona intestinalis* konden in sommige jaren op bepaalde locaties dominant aanwezig zijn.

Kolonievormende zakpijpen

In de brakwater periode kwam de het sterretje *Botryllus schlosseri* als enige kolonievormde zakpijp binnen het Veerse Meer voor. In het voorjaar van 2007 werd de druipzakpijp *Didemnum vexillum* dominant op de locatie Jonkvrouw Annapolder, en in het najaar had deze zakpijp 40% van de oesters bedekt. Op de locatie Geersdijk werd de soort in het najaar van 2009 gevonden en in het najaar van 2010 waren ook hier de oesters voor 40% bedekt met de soort. Het duurde tot 2011 tot de soort ook dominant was op de locatie Caisson. Ook de kolonievormende slingerzakpijp *Botrylloides violaceus* en de grijze korstzakpijp *Diplosoma listerianum* vertoonden het patroon van een hogere bedekking in het najaar dan in het voorjaar. De slingerzakpijp werd vrij snel na de opening van de Katse Heule dominant op alle locaties, maar de bedekking was minder hoog dan die van de druipzakpijp. De grijze korstzakpijp was alleen in 2008 dominant op de locaties Geersdijk en Caisson en in 2009 op de locatie Jonkvrouw Annapolder. Hierna kwam de soort alleen nog in lage bedekkingen voor, hoofdzakelijk op de locatie Jonkvrouw Annapolder.

Samenvatting: Flora en fauna van het harde substraat	
<i>Vóór doorlaatmiddel (1991-2004)</i>	Twee monsterlocatie (west-Caisson en midden-Geersdijk) Eind jaren '90 toename Japanse oester, vanaf 2002 sterke toename trompetkalkkokerworm. Afname van het aantal soorten.
<i>Na doorlaatmiddel (2004-2014)</i>	Verdwijnen trompetkalkkokerworm, en toename van het aantal soorten, door toename mariene soorten als zakpijpen, mosselen, Japanse oester. Japanse oester wordt dominant in het oostelijk deel, in het westen is de mossel dominant. Verschil tussen voorjaar (dominantie roodwier) en najaar (toename zakpijpen). In het oosten neemt sedimentatie van organisch materiaal toe. In het westen treden in de diepere delen nog zuurstofarme condities op, waardoor het aantal soorten in sommige jaren laag is.
<i>Na aanpassing winterpeil (2009-2014)</i>	Op diepere delen van westelijke locatie Caisson is wierbedekking verminderd, mogelijk door lichtlimitatie. Op oostelijke locaties is dit niet vastgesteld, want daar komt op die diepte geen hard substraat voor. Flora en fauna op de hoger gelegen harde delen van de oeverbedekking kunnen profiteren van het van het hogere winterpeil (zoals Japans bessenwier).

7.2.5 Japanse oester

7.2.5.1 Monitoring

Vanaf 2008 is door de Monitor Taakgroep van het NIOZ-Yerseke in opdracht van RWS (Directie Zee en Delta - Middelburg) de verspreiding en abundantie van de Japanse oester in het Veerse Meer op de ondiepe delen (tot 2 m diepte) van het zachte substraat regelmatig visueel geïnventariseerd in transecten loodrecht op de oever (Van Avesaath *et al.* 2008b, Van Avesaath *et al.* 2009b, Van Avesaath *et al.* 2011b, Van Avesaath *et al.* 2014b). Hierbij is steeds de bedekking met schelpen geschat, verdeeld in 6 globale klassen: 0%, 1-10%, 10-25%, 25-50%, 50-75% en >75%. Er werd in de surveys geen onderscheid gemaakt tussen dode en levende oesters. De monitoring vond plaats om de invloed van het peilbesluit op de verspreiding van de Japanse oesters vast te stellen.

Van de periode voor de installatie van de Katse Heule zijn geen gedetailleerde inventarisatiegegevens bekend van de verspreiding en abundantie van de soort. Om een indruk te verkrijgen van de aanwezigheid van de Japanse oester in die periode, is gebruik gemaakt van de BIOMON-MWTL dataset van macrozoöbenthos van RWS.

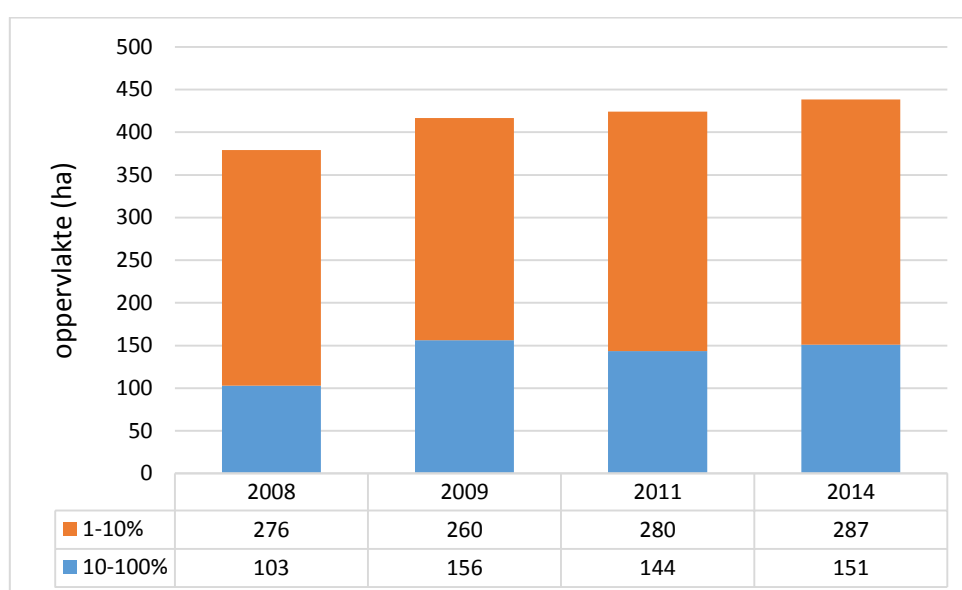
Van 2012 tot 2014 hebben diverse ingrepen plaatsgevonden om lokaal Japanse oesters op verschillende locaties te verwijderen om overlast voor de waterrecreatie te verminderen (Van Avesaath *et al.* 2013a; 2014b), waarvoor is gecorrigeerd in de analyse.

7.2.5.2 Ontwikkelingen Japanse Oester

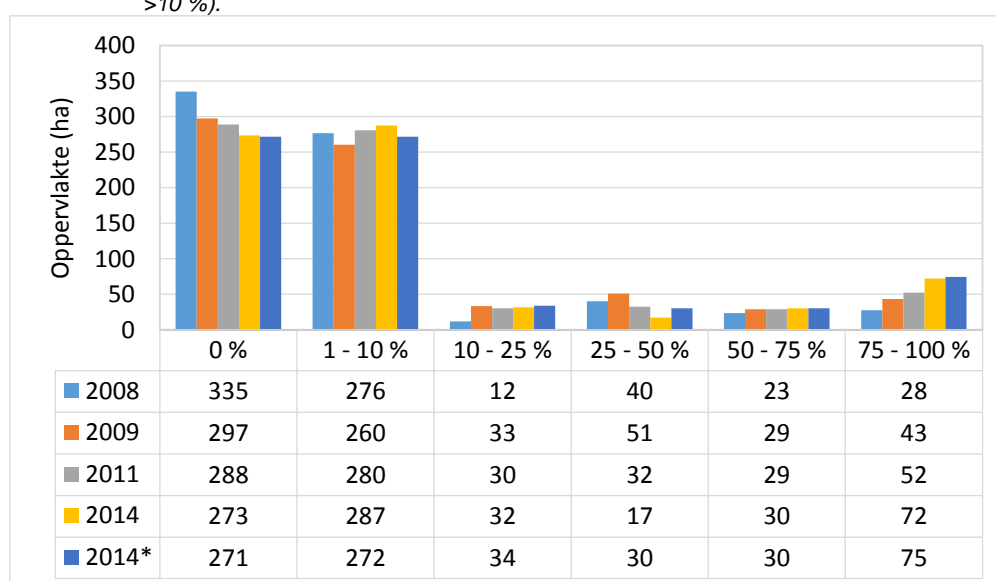
Sinds 1999 heeft er een toename in de ontwikkeling van de Japanse Oester plaatsgevonden in het Veerse Meer (Craeymeersch & De Vries 2007).

Het is te verwachten dat het veranderde peilbeheer voornamelijk een invloed zal hebben op de (bodem)organismen en dus ook de Japanse oesters van de ondiepste delen van het Veerse Meer (ondieper dan NAP-70 cm).

Vanaf 2009 was de toename van het totale areaal waar Japanse oesters zijn aangetroffen gemiddeld 4.4 ha per jaar (Figuur 7.28). Het grootste deel van de zacht substraat ondieptes bevatte geen of slechts enkele individuen / schelpen per m² (bedekkingsklasse) 0% en 1- 10 %).



Figuur 7.28 Verspreiding van de Japanse oester in het Veerse Meer van 2008 tot en met 2014 (het oppervlak van de ondiepe delen van het Veerse Meer bedekt met Japanse oesters in een bedekking van 1 – 10 % of >10 %).



Figuur 7.29 Bbedekking van Japanse oesters op het zachte substraat van de ondiepe delen (0-2 m diepte) van het Veerse Meer in 2008, 2009, 2011, 2014 (2014*: Gegevens gecorrigeerd voor het ruimen van Japanse oesters op de locaties te Wolphaartsdijk, Kortgene en de Schotsman (tussen 2011 en 2014).

Het gebied met Japanse oesters in hogere bedekkingen (> 10 %) schommelde vanaf 2009 rond de 150 ha zonder een significante trend. Er was wel een gestage toename van het areaal met Japanse oesters in de hoogste bedekkingsklasse (Figuur 7.29). Schijnbaar namen de velden in de bedekkingsklasse van 25 – 50 % in oppervlakte af in de tijd. Na correctie voor het effect van opruimacties tussen 2011 en 2014 om de overlast voor de waterrecreatie te beperken (zie (Van Avesaath *et al.* 2013a) blijkt dat deze afname voornamelijk veroorzaakt wordt door deze schoonmaakacties.

Wanneer de totale aaneengesloten bedekking van de oesters als een maat voor de totale abundantie wordt genomen, is er een toenemende (maar niet significante) trend in de ontwikkeling van de populaties van de Japanse oester in het Veerse Meer. Dit is overigens een overschatting omdat de bedekking in de klasse 1-10 % eerder 1 % bedroeg dan het middelpunt van de klasse.

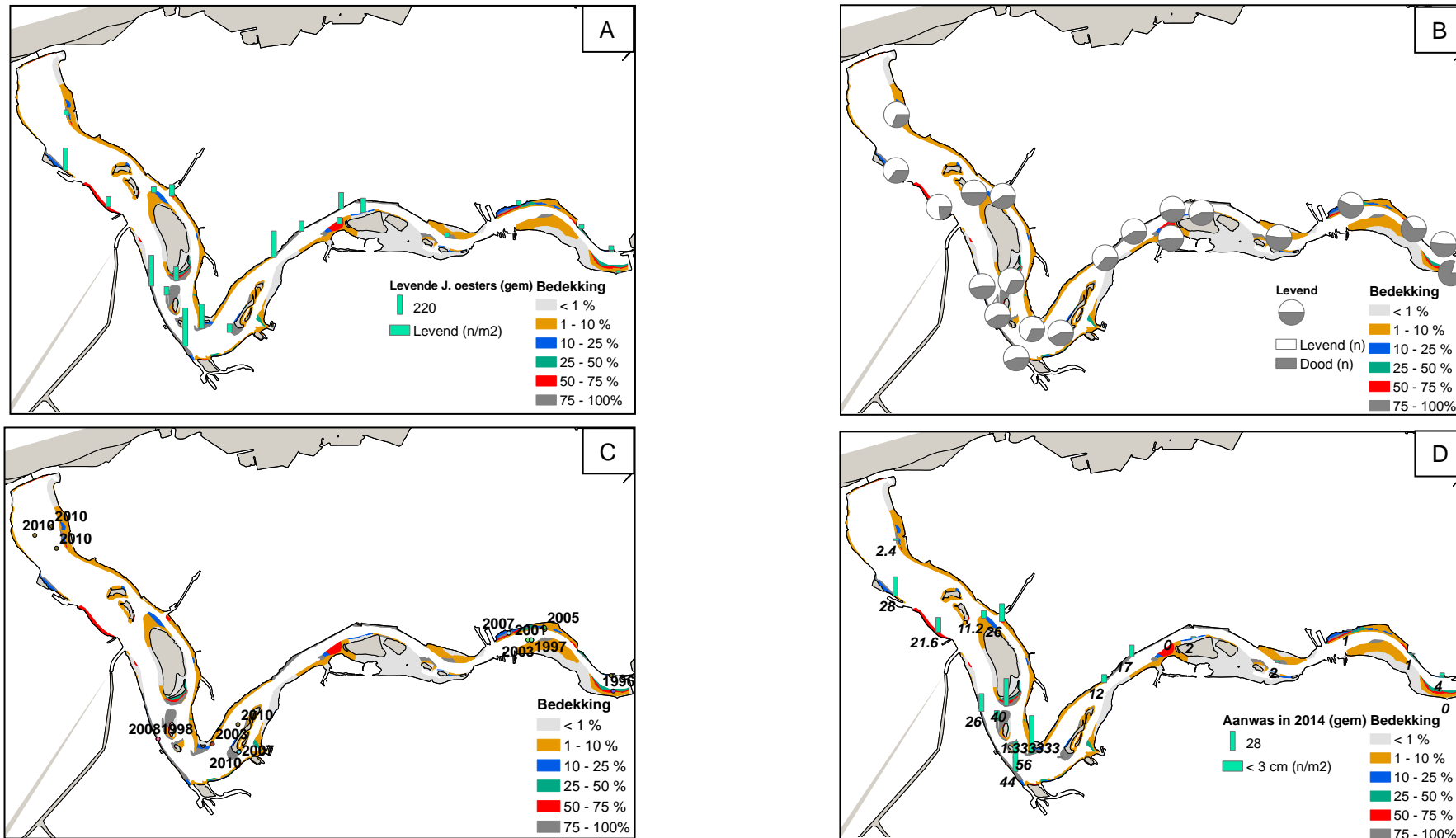
De duikinventarisaties van harde substraten laten vergelijkbare ontwikkelingen zien. De Japanse oester werd in 1993 voor het eerst in het Veerse Meer gevonden in de wierzone op de locatie Geersdijk. In 2000 bedekte de oester alle beschikbare substraten op deze locatie en kwam ook op de locatie Caisson voor. Door de explosieve groei van de trompetkalkkokerworm werd de oester volledig overgroeid en vormde de basis van de trompetkalkkokerwormriffen. Na de opening van de Katse Heule was de oester in 2005 direct dominant op de locatie Jonkvrouw Annapolder en in 2007 werd de oester dominant op de locatie Geersdijk. Het duurde tot 2012 voor de soort echt dominant werd op de locatie Caisson.

In 2014 zijn er een aantal ruimtelijke trends beschreven in de (opbouw van de) populatie van de Japanse oesters. Er was een trend waar te nemen van afnemende aantallen levende oesters per m² naar het oostelijke deel van het Veerse Meer toe (Figuur 7.30A). Ook was er een gelijkaardige trend waar te nemen in de verhouding tussen het aantal levende en dode oesters: vanaf de Schelphoek naar het westen toe lijken er meer levende dan dode exemplaren uit de kwadranten verzameld te zijn (Figuur 7.30B). Het is mogelijk dat deze verhouding beïnvloed wordt door de leeftijd van de gemeenschap van de Japanse oesters: oudere velden bevatten meer dode schelpen dan jongere velden.

Dit beeld komt overeen met de eerste waarnemingen van Japanse oesters in de MWTL/BIOMON data van de monitoring van macrozoöbenthos, waarbij de vroegste waarneming van de Japanse oester (1996) nabij de sluis bij Kats werden geregistreerd (Figuur 7.30C). In opvolgende jaren zijn de Japanse oesters ook verder westelijk aangetroffen. Op basis van monitoring 1-2 maal per jaar, mag geconcludeerd worden dat de kolonisatie van het Veerse Meer vanuit het oosten heeft plaatsgevonden.

Met het gemiddeld aantal oesters dat kleiner of gelijk is aan 3 cm, als maat voor de aanwas (een oester kan tot 3 cm per jaar groeien), was eenzelfde oost-west trend waar te nemen van afnemende aanwas van de lokale populaties van de Japanse oesters richting de Oosterschelde. Van de Katse Heule tot aan de Middelpaten zijn in 2014 geen of nauwelijks kleinere (≤ 3 cm) exemplaren van Japanse oesters aangetroffen (Figuur 7.30D).

Mogelijk is dit een oorzaak voor de afname van de dichtheid van levende oesters richting Oosterschelde. De aanwas (recruitment) van oesters kent echter grote jaarlijkse schommelingen, variërend van nauwelijks aanwas in het ene jaar tot grote aanwas in het andere jaar.



Figuur 7.30 Ruimtelijke patronen in karakteristieken van lokale populaties van Japanse oesters in het Veerse Meer in 2014. A. Gemiddeld aantal levende oesters per m²; B: verhouding tussen levende en dode oesters; C. jaartal van BIOMON/MWTL monsters (tot 2010) waarin oesters zijn aangetroffen; D. verspreiding en abundantie van oesters kleiner dan 3 cm als maat voor de aanwas van de populaties.

Een aantal van deze parameters duiden op een mogelijke achteruitgang van lokale Japanse oester populaties, vooral in het oostelijke deel van het Veerse Meer: het geringer aantal levende oesters (de daarmee samenhangende biomassa), en het ontbreken van aanwas in 2013. De conditie-index van de Japanse oesters geeft geen aanwijzing dat de vitaliteit van de oesters hier lager is dan in de andere delen van het Veerse Meer. Het blijft daarom nog een open kwestie welke sturende factoren aan deze verschillen ten grondslag liggen (bijvoorbeeld: ouderdom van de populaties, fysisch-chemische parameters, predatie door kwallen, draagkracht van het systeem, ziektes etc.).

Het is te verwachten dat het veranderde peilbeheer voornamelijk een invloed zal hebben op de ondiepste delen van het Veerse Meer (ondieper dan NAP-0,70 m).

Tijdens veldexcursies in 2012 en 2013 zijn oevers bij de Meerkoet, Camping de Paardekreek en het strandje bij Kortgene al wadende verkend. Hierbij zijn grotere oesters op een diepte van ongeveer 1 m gevonden (zomerpeil). Deze bevonden zich op de rand van de betonzuilen en in de kreukelberm (breuksteen). Op kunstwerken is er wel ondieper aanwas van jonge oesters en mosselen aangetroffen.

Samenvatting: Japanse oester	
<i>Vóór doorlaatmiddel (1991-2004)</i>	Toename Japanse Oester sinds 1999, door kolonisatie vanuit de Oosterschelde.
<i>Na doorlaatmiddel (2004-2014)</i>	Voortgaande toename van het areaal waar Japanse oesters voorkomen, vooral het areaal met hoge bedekkingsgraad (75-100%). In oostelijk deel lijkt uitbreiding bedekking tot stilstand te zijn gekomen (relatief veel dode oesters).
<i>Na aanpassing winterpeil (2009-2014)</i>	Vanaf middendeel naar het westen: verdere toename van het areaal met hoge bedekkingsgraad. In de ondiepe zone die niet meer droogvalt is aanwas van jonge oesters en mosselen aangetroffen; op verschillende plaatsen zijn op de harde delen van de oeverbescherming oesters waargenomen tot vlak onder het niveau van het winterpeil.

7.3 Vissen

7.3.1 Monitoring

In 2002 en 2006 is onderzoek aan pelagische visbestanden gedaan met behulp van sonar (Kemper 2006).

In het kader van MWTL vond passieve vismonitoring plaats door gebruik te maken van vangstregistratie van twee aalvissers; één van deze vissers is in 2012 gestopt (De Boois *et al.* 2014, Van der Sluis *et al.* 2014). De resultaten voor de jaren 2007-2009 zijn gerapporteerd (Goudswaard & De Boois, 2007; 2008; 2009). Voor 2011-2013 is alleen een summiere datarapportage beschikbaar (De Boois *et al.* 2013, De Boois *et al.* 2014).

Daarnaast is in 2010 een onderzoek gedaan naar de visstand in het Veerse Meer (Wiegerinck 2011). De monitoringsperiode in 2010 (mei-augustus) wijkt echter af van die in 2007-2009 (jaarrond) waardoor de gegevens uit verschillende rapporten beperkt vergelijkbaar zijn.

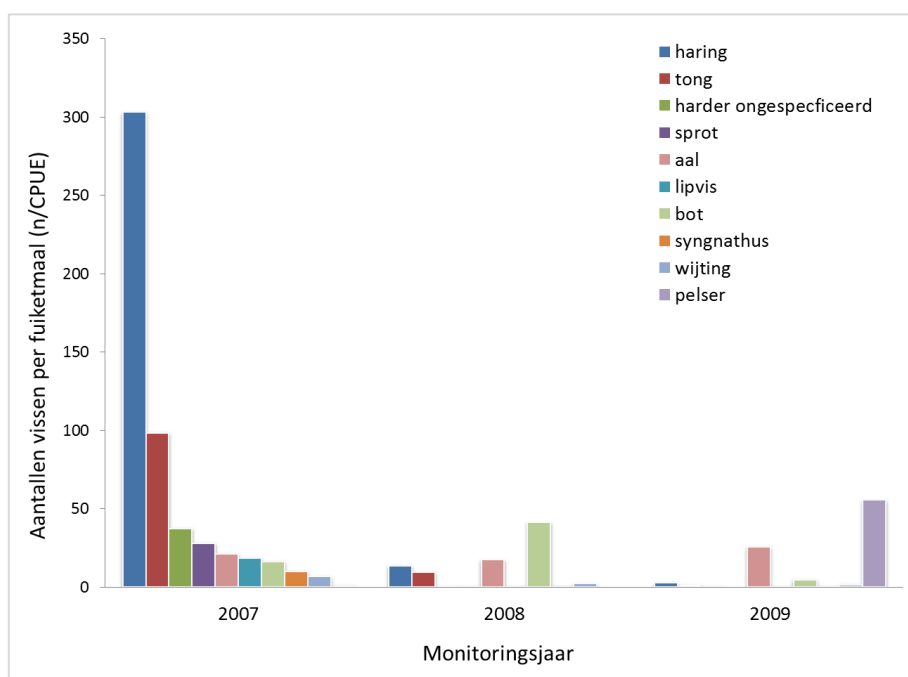
7.3.2 Vóór het doorlaatmiddel

Vis is een belangrijk kwaliteitsonderdeel van het aquatisch ecosysteem van het Veerse Meer. Voor de afsluiting van het Veerse Meer waren er ongeveer 35 soorten vissen aanwezig. Dit aantal is gedaald naar ongeveer 18 soorten na de aanleg van de Veerse Gatdam in 1961 (Craeymeersch & De Vries 2007). Bot, schol en schar verdwenen en stekelbaars, sprot en grondel waren hiervoor in de plaats gekomen. Zeeforel en beekforel werden uitgezet voor de sportvisserij in het meer (Kemper 2005). De belangrijkste aanwezige soorten waren de driedoornige stekelbaars, zwarte grondel, brakwatergrondel, dikkopje, koornaarvis en haring (Kemper 2005).

7.3.3 Vis na het doorlaatmiddel

De ingebruikname van het doorlaatmiddel in 2004, met als gevolg het verbeteren van de waterkwaliteit en verandering van het zoutgehalte, heeft een direct effect op de leefomgeving van vissen in het Veerse Meer gehad. Voor de ingebruikname van het doorlaatmiddel waren sprot (26%) en haring (73%) de belangrijke soorten in het meer met een geschat bestand van totaal 328 ton (Kemper 2006). In 2006 werd de biomassa van haring geschat op 4,2 ton (Kemper 2006). Kemper (2006) noemt als mogelijke verklaring voor de afname het feit dat door de ingebruikname van de Katse Heule, haring meer mogelijkheden heeft bij laagwater uit het Veerse Meer weg te trekken. Ook wijst hij op de toename van de oorkwal en de mogelijke effecten daarvan op het voedsel van haring (zoöplankton). De afname van haring lijkt aanzienlijk, maar kan door de beperkte tijdreeks en ontbreken van gegevens over zoöplankton niet goed verklaard worden. Waarnemingen in de Oosterschelde over periodes van enkele tientallen jaren van het bestand van haring (Meesters *et al.* 2009) of van plankton-etende vis (Tangelder *et al.* 2012) laten zien dat er grote fluctuaties tussen jaren kunnen optreden, maar er is geen sprake van significante trends.

Forel, die in de jaren voor de ingebruikname van het doorlaatmiddel, werd uitgezet ten behoeve van de sportvisserij, verdween nagenoeg uit het Veerse Meer. Het programma om forel uit te zetten is gestopt na ingebruikname van het doorlaatmiddel.



Figuur 7.7 Aantal vissen per fuiketmaal (n/CPUE) van dominante soorten ($n > 5$) in 2007, 2008 en 2009 in het Veerse Meer op basis van gegevens van Goudswaard & De Boois (2007; 2008; 2009).

Uit het fuikonderzoek blijkt dat, ten opzichte van de periode vóór het doorlaatmiddel toen er 18 soorten aanwezig waren, het totale soortenaantal dat is waargenomen in 2007-2009 hoger was (25-40). De getelde aantallen van dominante soorten varieerden sterk tussen jaren (Figuur 7.7). Pelagische soorten als haring, sprot, sardien, kornaarvissen en demersale soorten als bot, tong, aal zijn vaak waargenomen. In 2010 was de aal de meest gevangen soort. Door de beperkte tijdreeks is het niet mogelijk om trends af te leiden uit de visgegevens. Van latere jaren (2011-2013) zijn ook gegevens beschikbaar. Het aantal vissen per fuik-etmaal dat in die jaren is waargenomen is, in het algemeen, een orde van grootte lager dan de aantallen uit 2007-2009. De monitoringinspanning was in 2011-2013 echter ook aanmerkelijk lager (<500 fuik-etmalen) dan in 2007-2009 (1000-2000 fuik-etmalen) waardoor de resultaten niet goed vergelijkbaar zijn.

In 2010 werden er 'slechts' 25 soorten gevonden (Wiegerinck 2011). De lage soortantallen gevonden in 2010 zijn moeilijk te vergelijken met voorgaande jaren vanwege de afwijkende monitoringsperiode. Het is daardoor onduidelijk of deze lage aantallen veroorzaakt worden door lage aantallen in het veld of tevens door de monitoringsperiode en -methode.

Gegevens van visbestanden uit de periode voor de instelling van het doorlaatwerk en over een langere periode na de genomen maatregelen (doorlaatmiddel, peilbesluit) zouden nodig zijn om meer inzicht kunnen geven in trends. Met de huidige gegevens is het moeilijk om de veranderingen te interpreteren en te relateren aan ingrepen in het meer.

7.3.4 Conclusies vissen na ingrepen in het Veerse Meer

De ingrepen in het Veerse Meer hebben ertoe geleid dat de connectiviteit tussen de Oosterschelde en het Veerse Meer verhoogd is voor vissen. Haring in het meer lijkt te zijn afgenomen na de instelling van het doorlaatmiddel, echter door de korte tijdserie en gebrek aan gegevens over bijvoorbeeld zoöplankton is de verklaring hiervoor niet duidelijk. In de Oosterschelde lijkt geen afname te hebben plaatsgevonden in haring. Het aantal vissoorten

dat gevonden wordt in het Veerse Meer is toegenomen (n=25-40) ten opzichte van de situatie voor de instelling van het doorlaatmiddel (n=18) en lijkt meer op de situatie voor de afsluiting van de Veerse Gatdam (N=35).

Samenvatting: Vissen	
<i>Vóór doorlaatmiddel</i>	Afname zoutwatersoorten van 35 naar 18 na aanleg van de Veerse Gatdam. Grote hoeveelheid haring. Stekelbaars, sprot en grondel nemen het over van schol, bot en schar.
<i>Na doorlaatmiddel (2010-2014)</i>	Afname hoeveelheid haring. Toename aantal soorten (20-40). Terugkeer zoute soorten.
<i>Na aanpassing winterpeil (2009-2014)</i>	Onvoldoende meetgegevens beschikbaar

7.4 Vogels

7.4.1 Watervogels

7.4.1.1 Monitoring

Sinds het seizoen 1978/79 worden de watervogels in het Veerse Meer en de andere grote zoute wateren in het Deltagebied geteld. Vanaf 1990 worden deze watervogeltellingen verricht in het kader van het Biologisch Monitoringprogramma van de Zoute Rijkswateren, als onderdeel van het MWTL. Vanaf maart 2013 is het telprogramma gewijzigd; in zes maanden van het jaar worden niet alle telgebieden meer geteld maar alleen een aantal steekproefgebieden die 20% uitmaken van het totaal aantal telgebieden in een waterbekken. De telgebieden in de steekproef zijn zo gekozen dat het merendeel van de belangrijkste soorten geteld wordt in die steekproefmaanden. De tellingen van watervogels in de getijdenwateren worden uitgevoerd tijdens hoogwater, wanneer vogels zich verzamelen op hoogwatervluchtplaatsen (HVP's).

De analyse van de trends van de watervogels is een samenvatting van een uitgebreide analyse in het rapport Arts & Hoekstein (2015). Voor meer achtergrondinformatie over de afzonderlijke soorten wordt verwezen naar genoemd rapport.

In het voorliggende rapport wordt ingegaan op de ontwikkelingen in watervogels, met onderscheid tussen planteneters, viseters en bodemdiereters.

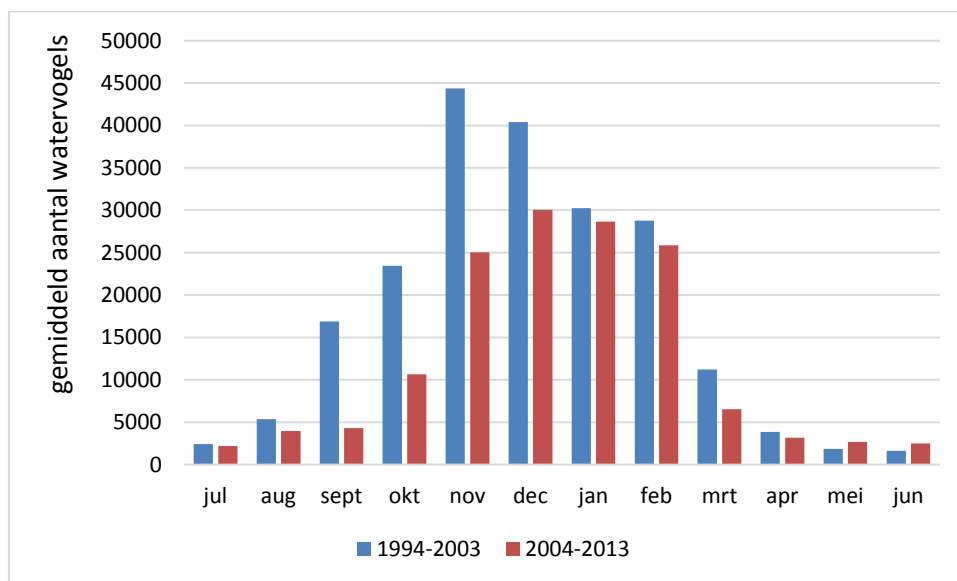
7.4.1.2 Algemene trends watervogels

Seizoenspatroon

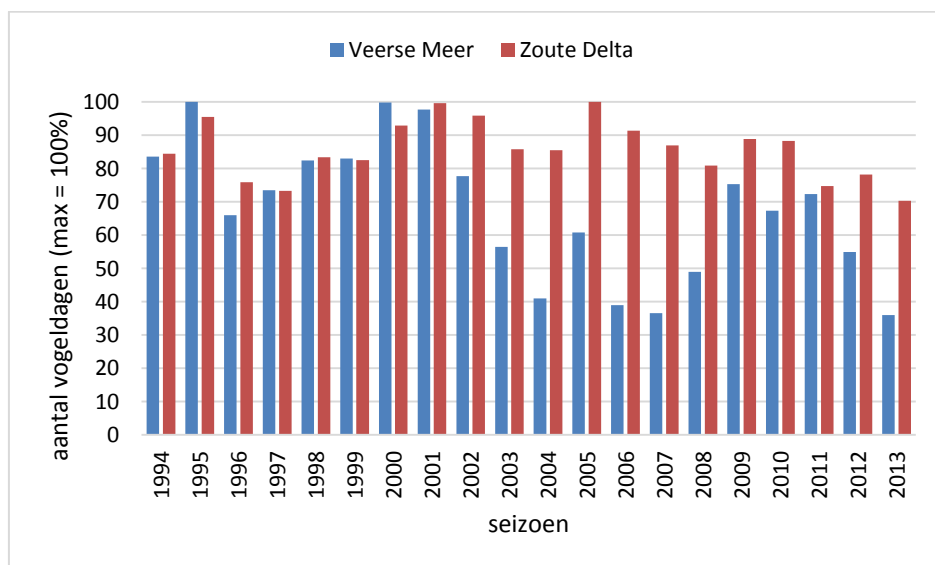
Het Veerse Meer is vooral in de wintermaanden van groot belang voor watervogels. De hoogste aantallen komen voor in de maanden november t/m februari.

In de periode 2004/2005 – 2013/2014 overwinteren gemiddeld 30 000 watervogels in het Veerse Meer, in de periode daarvoor was het seizoensmaximum beduidend hoger met gemiddeld bijna 45 000 watervogels in november (Figuur 7.31). De afname van het aantal watervogels vond met name plaats in de maanden september t/m december. Opvallend is de verschuiving van het seizoenspatroon in het Veerse Meer; voorheen piekten de aantallen in november/december maar tegenwoordig is de piek in november verdwenen en zijn de aantallen in december/januari het hoogst.

Deze verandering van het seizoenspatroon is een optelsom van de seizoenspatronen van alle soorten watervogels die in het Veerse Meer voorkomen. In dit geval kan de verandering vooral worden toegeschreven aan de meerkoet (§7.4.1.3) en in mindere mate aan de kuifeend en wilde Eend. Voor de meerkoet is het evident dat deze soort sterk in aantal is achteruitgegaan door de afname van het areaal zeesla (beschreven in §7.2.1.3) in het Veerse Meer.



Figuur 7.31 Aantal watervogels per maand in het Veerse Meer in twee perioden (seizoen 1994/1995 – 2003/2004 en 2004/2005 – 2013/2014).



Figuur 7.32 Trend van het aantal vogeldagen per seizoen (1994/1995 - 2013/2014) van watervogels in het Veerse Meer en Zoute Delta (maximum per gebied is 100%).

Vogeldagen

In de periode 1994/1995 – 2000/2001 fluctueerde het aantal vogeldagen van watervogels in het Veerse Meer op een hoog niveau (Figuur 7.32). In deze periode is de trend van het Veerse Meer vrijwel gelijk aan de trend van de Zoute Delta. Dit wijst erop dat de trend in die periode vooral werd bepaald door invloeden van buiten af, zoals strenge winters of omstandigheden in de broedgebieden die broedsucces beïnvloeden.

Na 2000/2001 nam het aantal vogeldagen jaarlijks af in het Veerse Meer ten opzichte van de Zoute Delta en totdat het aantal vogeldagen ongeveer gehalveerd was in 2004/2005. In 2007/2008 werd het minimum in de beschreven periode bereikt en lag het aantal vogeldagen

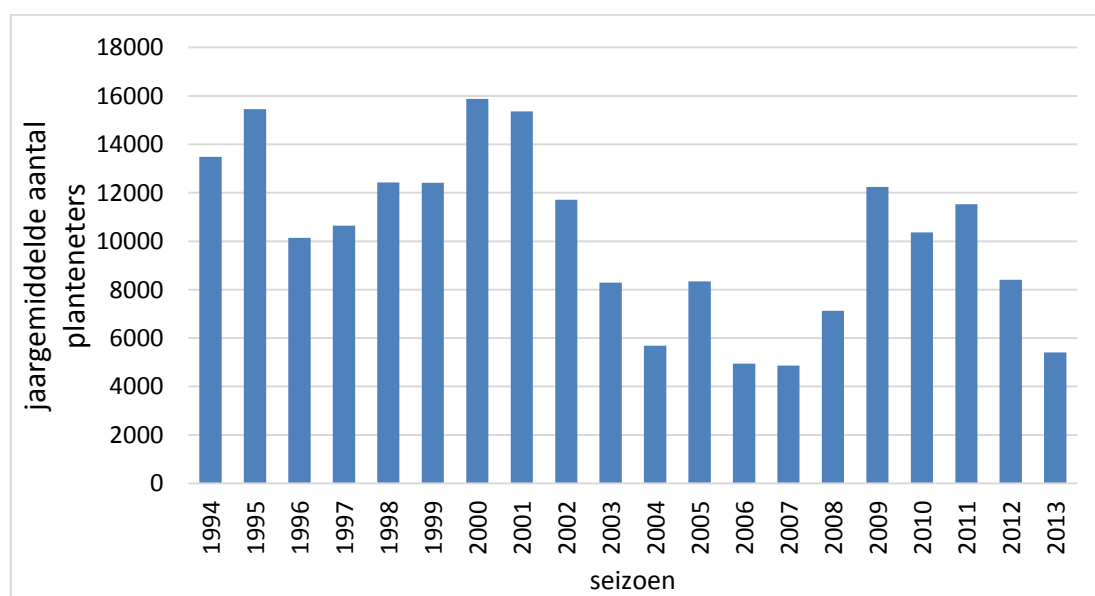
lager dan de helft van het aantal in de Zoute Delta. Na deze periode trad een herstel op en in twee jaar tijd verdubbelde het aantal vogeldagen. De vogelstand leek hersteld in het Veerse Meer maar in 2012/2013 en 2013/2014 was er opnieuw een forse afname van het aantal vogeldagen. Numeriek waren de planteneters met 80% van het aantal vogeldagen de talrijkste groep, en bepalend voor de trend in de watervogels. De viseters en bodemdiereters namen elk ongeveer 10% voor hun rekening. Gedurende de geanalyseerde periode hebben geen veranderingen plaatsgevonden in de mate waarin een verschillende soortgroep aanwezig was.

De afwijkende trend van het Veerse Meer ten opzichte van de Zoute Delta na 2000/2001 wijst erop dat er vanaf dat seizoen ontwikkelingen zijn specifiek in het Veerse Meer die van invloed zijn op het voorkomen van watervogels (Figuur 7.32). De afname van het aantal vogeldagen in het Veerse Meer na 2001/2002 viel samen met de verslechterde waterkwaliteit van het Veerse Meer. De toename van het aantal vogeldagen na 2007/2008 was vermoedelijk een reactie op de veranderde omstandigheden in het Veerse Meer na de ingebruikname van de Katse Heule.

Om na te gaan welke soorten de trend van de watervogels bepaald hebben wordt in de volgende paragrafen de trend van de verschillende voedselgroepen geanalyseerd.

7.4.1.3 Veranderingen in planteneters

De planteneters vormen veruit de talrijkste groep in het Veerse Meer. De talrijkste planteneters in het Veerse Meer zijn smient, wilde eend, meerkoet, brandgans, grauwe gans en rotgans. Opvallend zijn de grote verschillen in de trends van de verschillende soorten planteneters. Van 1994/1995 tot 2002/2003 fluctueerde de populatie planteneters op een hoog niveau (Figuur 7.33).



Figuur 7.33 Trend van het jaargemiddelde van het aantal planteneters per seizoen in de periode 1994/1995 – 2013/2014 (telling 2012/2013 en 2013/2014 incompleet in verband met steekproeftellingen).

Ontwikkelingen na Katse Heule en veranderd peilbeheer

Na 2002/2003 halveerde in drie jaar tijd het jaargemiddelde en dit bleef laag tot aan 2008/2009. De trend van de planteneters in het Veerse Meer wijkt af van de trend in de zoute Delta. Autonome ontwikkelingen in het Veerse Meer liggen hieraan ten grondslag.

De aantallen meerkoeten en wilde eenden kelderden en herstelden zich sindsdien niet meer. De afname van de meerkoet is het gevolg van de situatie in het Veerse Meer. De oorzaak ligt vermoedelijk in de afname van het areaal zeesla, een belangrijke voedselplant voor de meerkoet in het Veerse Meer.

De aantallen van wintertaling, slobbeend en pijlstaart decimeerden en vertoonden ook geen herstel. Met de aanleg van de Katse Heule en de instelling van een nieuw hoger winterpeil veranderde de voedselsituatie voor deze soorten mogelijk zodanig dat ze fors in aantal afnamen. Wintertaling, slobbeend en pijlstaart zijn in het Deltagebied karakteristieke soorten voor brakke wateren, die hun voedsel zoeken op slikken van een paar centimeter diep waar ze met hun snavel de modder zeven op eetbare zaken zoals plantenzaden en plantendelen. Mogelijk is de toename van het zoutgehalte in combinatie met een hoger winterpeil debet aan de afname van deze planteneters. Hoe deze ecologische relatie exact werkt is onduidelijk.

De aantallen smienten lijken meer bepaald te worden door ontwikkelingen buiten het Veerse Meer. De smient is een planteneter die vooral ('s nachts) foerageert op gras en akkers, overdag rusten de vogels in het Veerse Meer.

De trend van de rotgans was negatief en de soort leek te verdwijnen uit het Veerse Meer maar de soort herstelde zich de laatste drie seizoenen.

De trend van grauwe gans en brandgans wordt sterk bepaald door een lokale broedpopulatie; eerst een bijna exponentiële groei gevolgd door een opmerkelijke afname de laatste paar seizoenen. Mogelijk dat de komst van de vos naar het Veerse Meer hiermee heeft te maken. Vanaf 2005 worden regelmatig vossen gezien bij het Veerse Meer (pers. med. A. Hannewijk, Natuurmonumenten). De ganzen broeden op de grond en zijn zeer gevoelig voor grondpredatoren.

Huidige situatie

In de periode 2009/2010 – 2011/2012 trad herstel op maar de aantallen uit de topjaren in het begin van deze eeuw werden niet meer gehaald. Het herstel wordt vooral veroorzaakt door vogels die andere gebieden ontvluchtten vanwege ijs/sneeuw; in de winters 2009/2010 en 2011/2012 kwamen uitzonderlijk hoge aantallen smienten naar het Veerse Meer. Het Veerse Meer is dan in trek omdat het water minder snel bevriest.

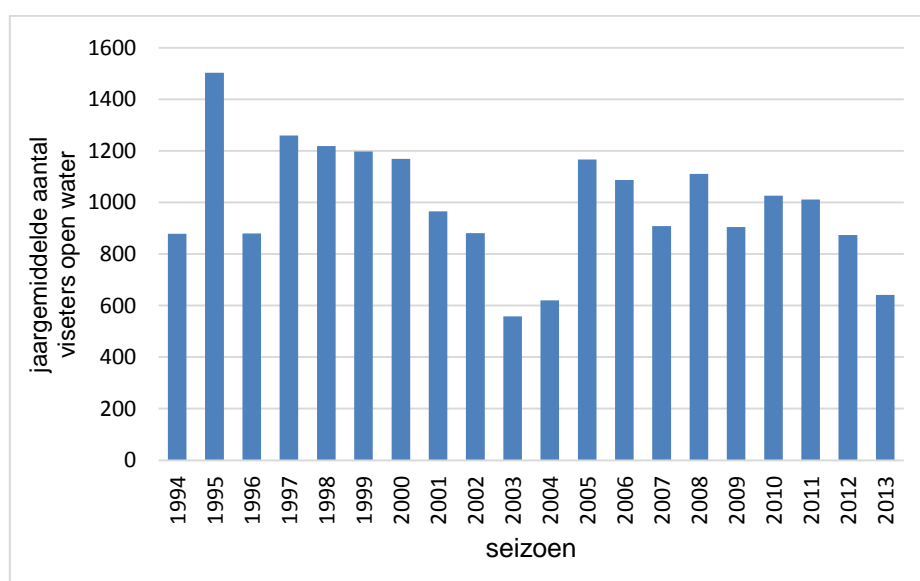
De laatste twee seizoenen halveerde het jaargemiddelde aantal vogels, deze daling wordt in belangrijke mate veroorzaakt door veranderingen in de aantallen smienten (Arts & Hoekstein 2015).

Samenvatting: Plantenetters	
<i>Vóór doorlaatmiddel (1991-2004)</i>	Plantenetters zijn de belangrijkste groep vogels. Smient en meerkoet kwamen initieel veel voor en nemen sterk af vanaf 2002-2003.
<i>Na doorlaatmiddel (2004-2014)</i>	Verdere afname van het aantal plantenetters tot 2008/2009. Aantallen van de meerkoet namen af door de sterke afname van zeesla, dat een belangrijke voedselbron is. Afname van andere soorten hangt mogelijk samen met zoutgehalte (wintertaling, slobend, pijlstaart) of met factoren buiten het Veerse Meer (smient).
<i>Na aanpassing winterpeil (2009-2014)</i>	In 2012 en 2013 lagere aantallen dan in 2009-2011, vooral door lagere aantallen smienten. Deze foerageren buiten het Veerse Meer zodat er geen directe relatie is met de verhoging van het winterpeil.

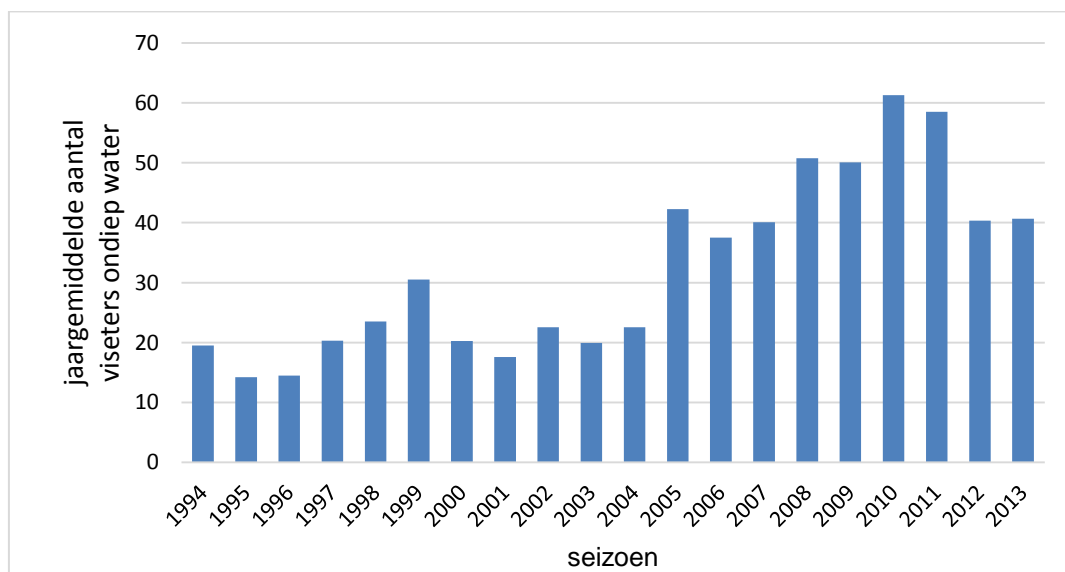
7.4.1.4 Veranderingen in viseters

De trend van de viseters van het open water is op de lange termijn (1994/1995 – 2013/2014) stabiel. In 2013 was sprake van de laagste aantallen sinds 2005 (Figuur 7.34).

De trend van de viseters van ondiep water is positief op de lange termijn in het Veerse Meer (Figuur 7.35). Deze trend wordt bepaald door de kleine zilverreiger en de lepelaar.



Figuur 7.34 Trend van het jaargemiddelde van het aantal viseters van het open water per seizoen in de periode 1994/1995 – 2013/2014 (telling 2012/2013 en 2013/2014 incompleet in verband met steekproeftellingen).



Figuur 7.35 Trend van het jaargemiddelde van het aantal viseters van ondiep water per seizoen in de periode 1994/1995 – 2013/2014 (telling 2012/2013 en 2013/2014 incompleet in verband met steekproeftellingen).

Voor het doorlaatmiddel

In 1995/1996 werd een record van het jaargemiddelde vastgesteld. Deze influx was eenmalig en het gevolg van een strenge winter. Onder dergelijke omstandigheden trekken de vogels naar de ijsvrije kustwateren. De trend van de viseters van het open water in het Veerse Meer is vergelijkbaar met de trend in de Zoute Delta.

Na 2000/2001 vertoont het jaargemiddelde een afname, wat resulteerde in een significante afname van het jaargemiddelde in 2003/2004 en 2004/2005 (Strucker *et al.* 2011). De sterke afname in viseters deed zich voor in alle deelgebieden van het Veerse Meer en deed zich niet voor in de overige wateren van de Zoute Delta. De kleine aantallen viseters in deze periode hadden ongetwijfeld te maken met de slechte waterkwaliteit: het doorzicht werd minder (< 1 meter) en de visstand nam af (Craeymeersch & De Vries 2007). Fuut en middelste zaagbek vertoonden forse afnamen in die periode. Dit geldt ook voor dodaars, maar daarvan waren ook in voorgaande jaren de aantallen sterk fluctuerend (Arts & Hoekstein 2015). De aalscholver leek minder last te hebben van de verslechterde waterkwaliteit maar die soort is dan ook minder afhankelijk van een goed doorzicht.

Herstel na het doorlaatmiddel

In 2005/2006 trad herstel op en bereikte het jaargemiddelde weer het niveau van vóór de afname. Het herstel was zichtbaar in alle deelgebieden, in het oostelijke deel was het jaargemiddelde zelfs hoger dan voor de afname. Dit herstel is waarschijnlijk toe te schrijven aan de verbeterde waterkwaliteit na de ingebruikname van de Katse Heule, met name het betere doorzicht (§5.3).

Huidige situatie

In 2012/2013 en 2013/2014 was het jaargemiddelde beduidend lager dan voorgaande periode. Deze recente afname vond ook plaats in de overige Zoute Deltawateren en lijkt dus niet op zichzelf te staan. De recente afname van de viseters van het open water komt ook voor in alle andere gebieden, de oorzaak ligt dus waarschijnlijk buiten de Zoute Delta.

De komst van de geoorde fuut, in de periode 2006/2007 – 2013/2014, naar het Veerse Meer hangt samen met de afname in het Grevelingenmeer maar zou vermoedelijk niet hebben plaatsgevonden bij een slechte waterkwaliteit in het Veerse Meer.

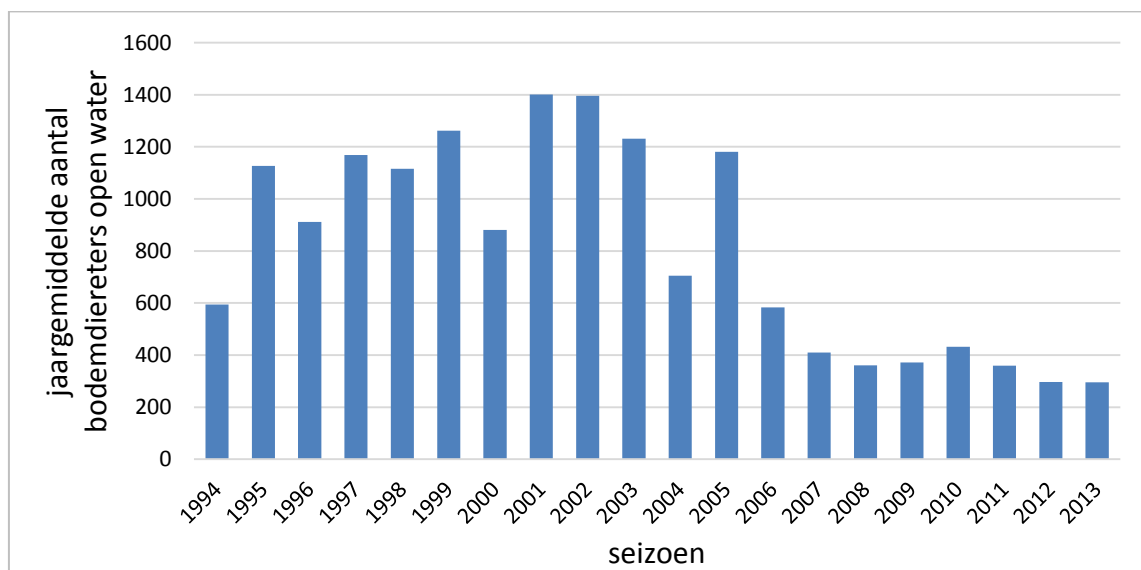
Belangrijke viseters Veerse Meer

De fuut en de middelste zaagbek zijn de talrijkste viseters in het Veerse Meer en zijn samen verantwoordelijk voor de trend van de viseters van het open water. In de periode 1994/1995 – 2008/2009, met uitzondering van de twee seizoenen 2003/2004 en 2004/2005 was de trend van de fuut positief. Daarna vond er een forse afname plaats; in de laatste drie seizoenen was het jaargemiddelde gehalveerd ten opzichte van de piek in de periode 2005/2006 – 2008/2009.

Zeer opmerkelijk is dat in de periode 2000/2001 – 2004/2005 de relatieve aantallen in het Veerse Meer van de talrijkste viseters duidelijk lager waren dan die in de Zoute Delta en dat de toename stagneerde. De verslechterde waterkwaliteit in het Veerse Meer in die periode heeft hier vermoedelijk aan bij gedragen. Na de ingebruikname van de Katse Heule trad een snel herstel op. In de Zoute Delta werd de piek al eerder behaald, in 2006/2007.

Na het herstel verliep de trend van de viseters van ondiep water weer gelijk met de trend van de andere gebieden. In de laatste twee seizoenen (2012/2013 en 2013/2014) was het jaargemiddelde aantal viseters van ondiep water iets lager dan daarvoor. De recente afname van deze groep wordt ook geconstateerd in de andere gebieden in de Zoute Delta.

Samenvatting: Viseters	
<i>Vóór doorlaatmiddel (1991-2004)</i>	Fuut, aalscholver en middelste zaagbek zijn belangrijkste viseters. Sterke afname van viseters van het open water (fuut, middelste zaagbek) in 2002-2004, waarschijnlijk door slechte doorzicht. Aalscholver vertoonde minder grote afname maar is ook minder gevoelig voor slecht doorzicht.
<i>Na doorlaatmiddel (2004-2014)</i>	Toename van de jaargemiddelde aantallen tot niveau van voor 2002, gelijktijdig met verbetering doorzicht. Deze toename werd veroorzaakt door kleine zilverreiger en lepelaar.
<i>Na aanpassing winterpeil (2009-2014)</i>	Geen duidelijke verandering in aantallen die gerelateerd kan worden aan het veranderd peilbeheer.



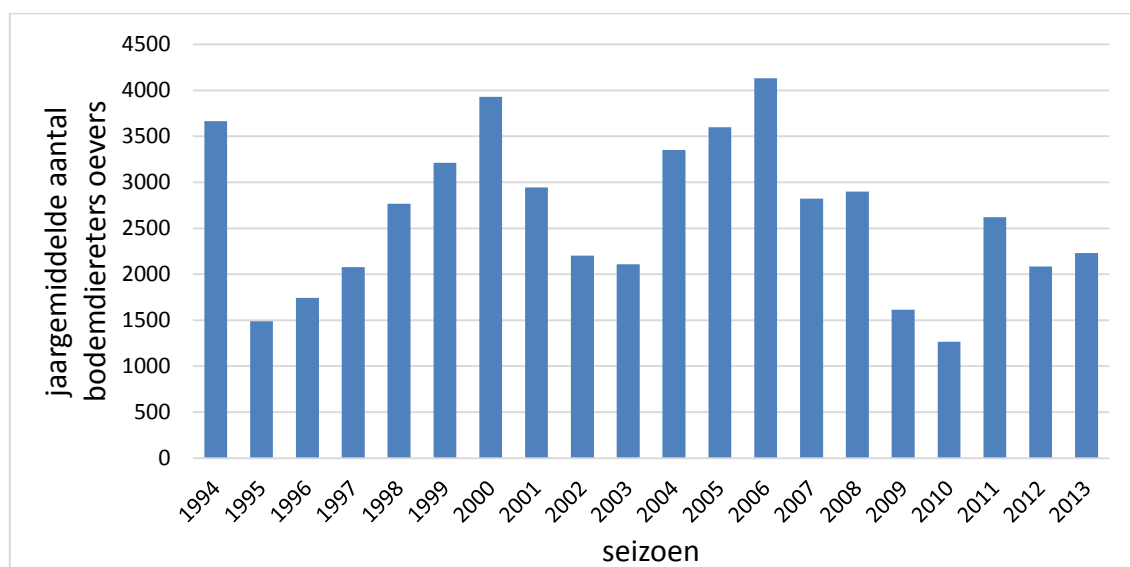
Figuur 7.36 Trend van het jaargemiddelde van het aantal bodemdiereters van het open water in het Veerse Meer per seizoen in de periode 1994/1995 – 2013/2014 (telling 2012/2013 en 2013/2014 incompleet in verband met steekproeftellingen).

7.4.1.5 Veranderingen bodemdiereters open water

De trend van de bodemdier-etende duik-eenden in het Veerse Meer is in de periode 1994/1995 - 2002/2003 positief.

Na 2002/2003 neemt het jaargemiddelde sterk af, en vanaf 2007/2008 blijven de aantallen licht dalen. De trend in de Zoute Delta is vergelijkbaar maar in het Veerse Meer is de afname veel groter.

De trend wordt vrijwel geheel bepaald door twee soorten: brilduiker en kuifeend. Echter, de negatieve trend van beide soorten heeft vermoedelijk verschillende oorzaken. Voor de brilduiker geldt dat de oorzaken buiten de Zoute Delta gelegen zijn want de trend in de verschillende gebieden zijn gelijk. Voor de kuifeend ligt de oorzaak in het Veerse Meer. Opvallend is, dat de afname van de kuifeend plaatsvond na de aanleg van de Katse Heule in 2004. Door de aanleg van dit doorlaatmiddel is het Veerse Meer zouter geworden. Omdat kuifeenden een duidelijke voorkeur hebben voor wateren met een laag chloridegehalte is het Veerse Meer als foerageergebied waarschijnlijk minder geschikt geworden.



Figuur 7.37 Trend van het jaargemiddelde van aantal bodemdiereters van oevers in het Veerse Meer per seizoen in de periode 1994/1995 – 2013/2014 (telling 2012/2013 en 2013/2014 incompleet in verband met steekproeftellingen).

7.4.1.6 Veranderingen bodemdiereters van de oever

De trend van de bodemdiereters van oevers vertoont in 1994/1995 - 2013/2014 grote schommelingen, waarbij perioden met grotere aantallen worden afgewisseld door perioden met lagere aantallen (Figuur 7.37). De gepresenteerde trend is de trend van de bodemdiereters die in het Veerse Meer foerageren, dus exclusief de getijden steltlopers die naar het Veerse Meer komen om daar te overtijnen. In grote lijnen loopt de trend parallel aan de trend van de Zoute Delta.

Opvallend is de dip in 2002/2003 en 2003/2004, deze komt niet voor in de trend van de Zoute Delta. Verantwoordelijk voor deze dip in aantallen waren de kievit, goudplevier, scholekster en bergeend. Vermoedelijk werd de dip van scholekster en bergeend veroorzaakt door een combinatie van factoren. Een mogelijke factor is de explosieve ontwikkeling in 2002 en 2003 van trompetkalkkokerwormen in het Veerse Meer; waardoor mosselen en Japanse oesters overgroeid raakten. Een andere mogelijke factor is de ophoping van dikke lagen rottend zeesla in grote delen van de oeverzone (Craeymeersch & De Vries 2007).

Voor kievit en goudplevier geldt dat bovengenoemde factoren niet de trend bepaalden omdat die soorten foerageren op bodemdieren in akkers en weilanden.

Huidige situatie

Het jaargemiddelde van de laatste vijf seizoenen is beduidend lager dan van de eerste vijf seizoenen na de opening van de Katse Heule. Deze afname wordt ook geconstateerd in de andere gebieden in de Zoute Delta, daar is de trend van deze voedsel groep negatief vanaf 2006/2007. De afname in de Zoute Delta is echter veel kleiner (16%) dan in het Veerse Meer (42%). De numeriek belangrijkste soorten in deze voedselgroep zijn in aflopende volgorde van belang: kievit, goudplevier, scholekster, wulp, bergeend, bonte strandloper, kluut, zilverplevier, rosse grutto en tureluur. De afname is het sterkst in 2009 en 2010, daarna nemen de aantallen weer toe. De trend wordt vooral bepaald door de aantallen van goudplevier en kievit, die na 2010 weer een toename laten zien (Arts & Hoekstein 2015). Deze soorten foerageren vooral buiten het Veerse Meer.

Scholekster, kluut, tureluur en bergeend zijn de belangrijkste bodemdiereters van de ondiepe oevers in het Veerse Meer. De aantallen van de kluut zijn sinds 2002 gehalveerd, maar sinds 2010 zijn de aantallen stabiel (Arts & Hoekstein 2015)..

Gestaag dalende aantallen sinds de verhoging van het winterpeil zijn vooral opgetreden bij de tureluur, en deels bij de scholekster (Arts & Hoekstein 2015).

Over langere termijn beschouwd (1994-2013) is er geen sprake van een significante trend. Mogelijk is er een relatie tussen de recente verandering in aantallen van een aantal soorten en het verhogen van het winterpeil, door een verandering van het areaal ondiep water en slik. Door het beperkte aantal jaren van waarnemingen sinds de verhoging, en het ontbreken van kwantitatieve gegevens over het areaal foerageergebied, kan dit echter niet nader getoetst worden.

Belangrijke soorten bodemdiereters van de oever

Het voorkomen van bonte strandloper, wulp, zilverplevier en rosse grutto in het Veerse Meer heeft voornamelijk te maken met de functie van de Middelplaten en Kwistenburg als hoogwatervluchtplaats voor watervogels uit de Oosterschelde. Ook tureluur, scholekster en bergeend vertonen dit gedrag maar van deze soorten is het aandeel dat komt overtijen relatief klein. Uitgezonderd 2002/2003 en 2003/2004 vertonen de trends van deze soorten geen grote afwijkingen van de trends in de Zoute Delta. Opmerkelijk is de toename van de overtijende tureluurs die voortduurde tot aan 2009/2010 gevolgd door een bijzonder snelle en grote afname in de jaren daarna. Een verklaring hiervoor is niet direct voorhanden. De trend van het aantal wulpen die komen overtijen is positief. Mogelijk dat het verhoogde winterpeil de omstandigheden voor de soort heeft verbeterd; het areaal ondiep water op de hoogwatervluchtplaatsen op Kwistenburg en de Middelplaten is hierdoor waarschijnlijk toegenomen, wat gunstig is voor wulpen die graag in ondiep water staan als ze overtijen.

Samenvatting: Bodemdiereters	
<i>Vóór doorlaatmiddel (1991-2004)</i>	Bodemdiereters van het open water (duikeenden) hadden een positieve trend tot 2003. De aantallen bodemdiereters van de oeverzone vertonen schommelingen zonder duidelijke trend. Vooral in 2002-2003 zijn de aantallen lager, waarschijnlijk door de explosieve toename van de trompetkalkkokerworm en zeesla-bloeien.
<i>Na doorlaatmiddel (2004-2014)</i>	Duikeenden nemen in aantal sterk af. Dit wordt veroorzaakt door afname van het aantal kuifeenden, die een voorkeur hebben voor water met een laag zoutgehalte. Daarnaast namen brilduikers af, deze afname trad ook elders in de Delta op. Van de soorten bodemdiereters van de oeverzone die vooral in het Veerse Meer zelf foerageren, namen de aantallen weer toe na de opening. De aantallen van de kluut zijn echter gehalveerd.
<i>Na aanpassing winterpeil (2009-2014)</i>	Er is geen effect van het verhoogde winterpeil op de aantallen duikeenden. Vooral de aantallen van tureluur, en in mindere mate van scholekster, zijn gedaald sinds 2009. Mogelijk is er een relatie met veranderingen in voedselarealen door de verhoging van het winterpeil.

7.4.1.7 Conclusie en discussie watervogels

Diverse factoren ontstaan als gevolg van de slechte waterkwaliteit in het Veerse Meer zoals verminderd doorzicht, massale bloei van zeesla (beschreven in §7.2.1.3), explosieve toename van de trompetkalkkokerworm en lage biomassa van schelpdieren (beschreven in §7.2.3) in het Veerse Meer hadden invloed op de aantallen van alle voedselgroepen van de watervogels. Vooral in de periode 2000/2001-2004/2005 bleven de aantallen ver achter bij de regionale trends van de voedselgroepen. Afname van aantallen werd geconstateerd bij viseters, planteneters en bodemdiereters. Na de ingebruikname van de Katse Heule herstelde de waterkwaliteit en namen de aantallen van de soorten in die voedselgroepen weer toe, soms verrassend snel. In de periode 2009/2010 – 2011/2012 leek de situatie in het Veerse Meer weer hersteld maar dan op een lager niveau. Niet alle soorten keerden terug op het oude niveau. Trendbepalende soorten zoals meerkoet en kuifeend keerden niet meer terug om verschillende redenen. Met het verdwijnen van de zeesla verdween een groot deel van de meerkoeten die voorheen massaal foerageerden op deze zeesla. De kuifeend prefereert zoet water, de soort verdween met het zouter worden van het Veerse Meer.

De verandering van brak naar zout water en het instellen van een hoger winterpeil in de periode 2008-2012 valt samen met afname van de aantallen planteneters en bodemdiereters. In de laatste twee seizoenen (2012/2013 en 2013/2014) is sprake van een negatieve trend bij de planteneters. De afname bij de planteneters wordt deels veroorzaakt door de situatie in het Veerse Meer want de afname in het Veerse Meer is veel groter dan de regionale afname. De afname bij de bodemdiereters begon al iets eerder en is net zoals bij de planteneters groter dan in de zoute Delta. De afname van sommige soorten planteneters en bodemdiereters (steltlopers) in het Veerse Meer kan mogelijk deels verklaard worden door een afname van het areaal foerageerhabitat, aangenomen dat door het hogere winterpeil een deel van het voormalig foerageergebied nu onbereikbaar is geworden voor de vogels en dat het areaal een beperkende factor voor de draagkracht van het gebied vormt. Er spelen echter ook andere factoren, zoals verhoging van het zoutgehalte of factoren buiten het Veerse Meer, die voor sommige soorten van invloed zijn geweest.

De trend op de korte termijn van de viseters is ook negatief maar die afname doet zich overal voor in de zoute Delta en is dus niet toe te schrijven aan het Veerse Meer.

De afname van de bodemdiereters wordt enigszins gecompenseerd door de relatief grote aantallen steltlopers die naar het Veerse Meer komen om daar te overtijnen. De trend van het aantal bonte strandlopers dat naar het Veerse Meer komt om te overtijnen is opvallend stabiel. Uit onderzoek naar functie van de droogvallende slikken bij de Middelplaten en Kwistenburg blijkt dat een groot deel van deze vogels tijdens laag water in de Oosterschelde door blijft foerageren in het Veerse Meer, dit zou kunnen duiden op slechte voedselomstandigheden in de Oosterschelde of juist goede omstandigheden in het Veerse Meer. Dit geldt ook voor de tureluur.

7.4.2 Kustbroedvogels

Het Veerse Meer is van gering belang voor kustbroedvogels. Het hoge zomerpeil en lagere winterpeil is ongunstig voor kustbroedvogels, het zou voor deze soorten juist omgekeerd moeten zijn. Vanwege toeristische belangen zijn de kansen voor kustbroedvogels in het Veerse Meer beperkt tot de natuurgebieden. De komst van de vos maakt het moeilijk voor de kustbroedvogels om nog een geschikt broedgebied (eiland) te vinden in het Veerse Meer. De kolonies van lepelaar en aalscholver worden vermoedelijk niet beïnvloed door de waterkwaliteit en het peilbeheer in het Veerse Meer, beide soorten foerageren veelvuldig buiten het Veerse Meer.

7.4.2.1 Monitoring

Jaarlijks worden in het Deltagebied in opdracht van Rijkswaterstaat alle broedparen van kustbroedvogels geteld (Strucker *et al.* 2014). Het betreft de kluut, plevieren, meeuwen en sterns. De gegevens van het Veerse Meer van de jaren 2000 t/m 2014 zijn voor deze analyse beschikbaar gesteld door Rijkswaterstaat. Het betreft alle aangetroffen kustbroedvogels die bij de jaaroverzichten van Rijkswaterstaat worden toegekend aan het watersysteem Veerse Meer. De meeste kustbroedvogels broeden in het Veerse Meer maar een aantal soorten dat rond het Veerse Meer broeden zoals de kokmeeuwen die in Fort Den Haak bij Vrouwenpolder broeden worden ook aan het Veerse Meer toegekend vanwege de relatie (voedsel) met het meer.

In deze paragraaf worden de gegevens gebruikt van 2000 t/m 2014. In 2000 werd de kolonie van zilvermeeuw en kleine mantelmeeuw op de Middelplaten niet geteld, voor de rest zijn alle tellingen volledig. De gegevens van aalscholver en lepelaar zijn beschikbaar gesteld door Natuurmonumenten.

7.4.2.2 Trends broedvogels Veerse Meer

Voor een aantal belangrijke broedvogels van het Veerse Meer gebied zullen trends van de afgelopen jaren beschreven worden.

Aalscholver

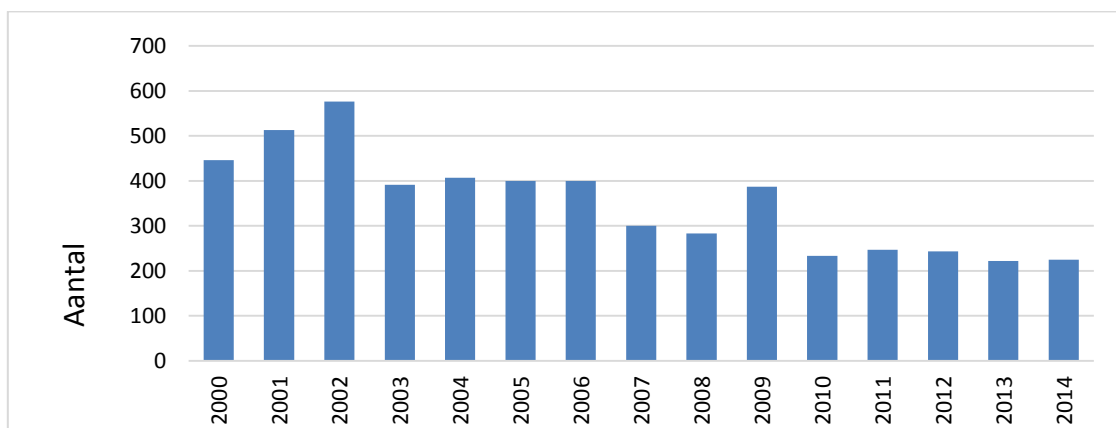
De trend van de aalscholver in het Veerse Meer in de periode 2000-2014 is negatief (Figuur 7.38). Op de korte termijn is het aantal broedparen stabiel; gemiddeld 234 paar in de periode 2010 – 2014. Deze trend wijkt enigszins af van de trend in Nederland: significante toename vanaf 1990, stabiel laatste 10 jaar (SOVON 2015). Ongeveer 1% van de Nederlandse populatie komt tot broeden in het Veerse Meer. De afname in het Veerse Meer lijkt een lokaal probleem te zijn. Het aantal broedparen van de aalscholver is lager dan het Natura 2000 instandhoudingsdoel van 300 paar.

Lepelaar

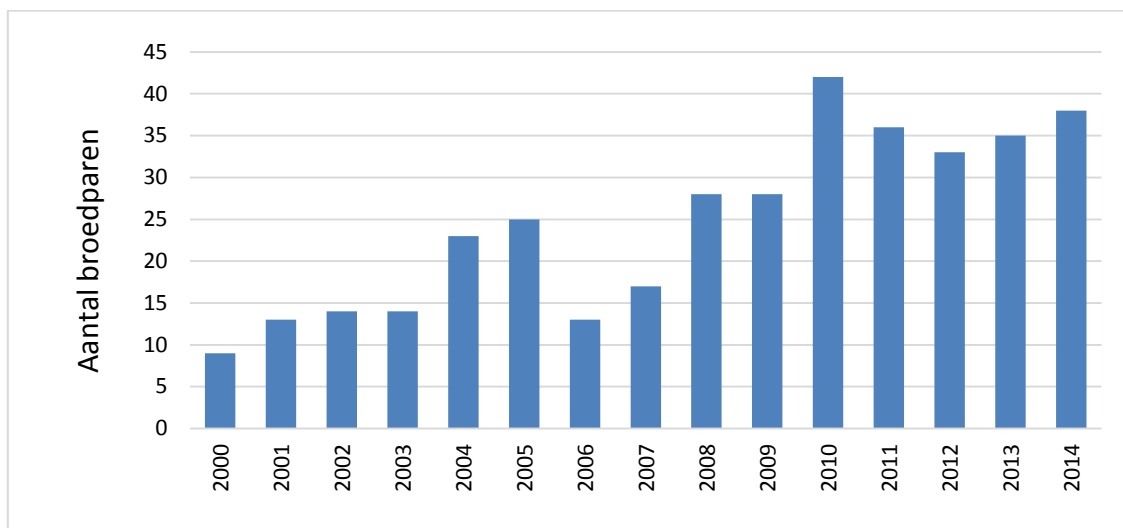
De trend van de lepelaar in het Veerse Meer in de periode 2000-2014 is positief (Figuur 7.39). Op de korte termijn is het aantal broedparen stabiel; gemiddeld 37 paar in de periode 2010 – 2014. Deze trend wijkt niet af van de trend in Nederland: significante toename (>5% per jaar) vanaf 1990, significante toename (<5% per jaar) (SOVON 2015). Ongeveer 1% van de Nederlandse populatie komt tot broeden in het Veerse Meer. Het aantal broedparen van de lepelaar in het Veerse Meer is hoger dan het Natura 2000 instandhoudingsdoel van 12 paar.

Kluut

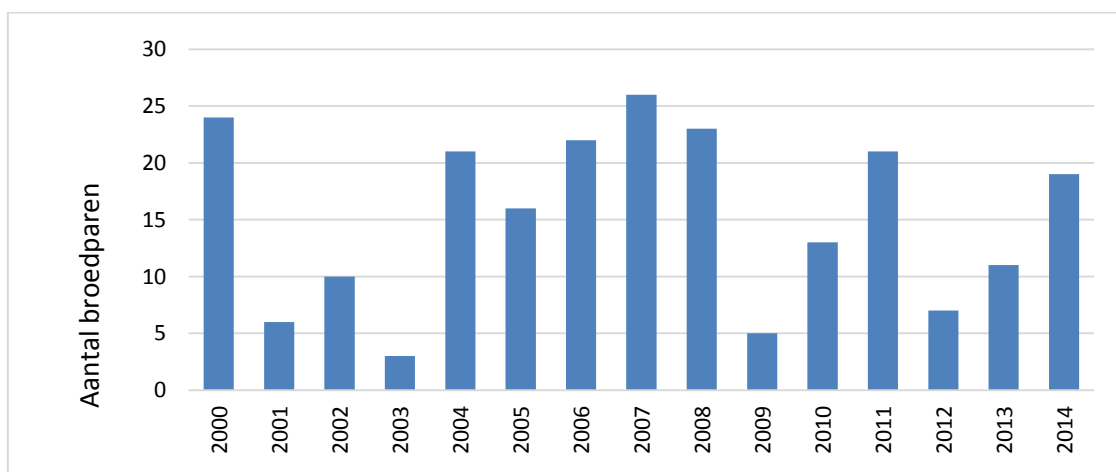
Het aantal broedparen van de kluut in het Veerse Meer fluctueert tussen enkele paren en ruim 20 paar (Figuur 7.40). Dat is minder dan 1% van de totale Delta populatie. Het belang van het Veerse Meer voor de kluut is nihil.



Figuur 7.38 Trend van het aantal broedparen van de aalscholver in het Veerse Meer in de periode 2000 – 2014.



Figuur 7.39 Trend van het aantal broedparen van de lepelaar in het Veerse Meer in de periode 2000 – 2014.



Figuur 7.40 Trend van het aantal broedparen van de kluut in het Veerse Meer in de periode 2000 – 2014.

Kokmeeuw

De trend van de kokmeeuw in het Veerse Meer in de periode 2000-2014 is negatief (Figuur 7.41). Op de korte termijn is het aantal broedparen stabiel; gemiddeld 34 paar in de periode 2010 – 2014. Deze trend wijkt af van de trend in de Zoute Delta, daar is de lange termijn trend stabiel. De laatste jaren is er een kleine kolonie aan de rand van het Veerse Meer in het natuurgebied Fort Den Haak bij Vrouwenpolder. In het verleden was er nog een kolonie in de Veste van Veere en op de Middelplaten maar beiden zijn na 2002 verdwenen. Vermoedelijk is er geen relatie met de verslechterde waterkwaliteit in het Veerse Meer. Het aantal broedparen van de kokmeeuw in het Veerse Meer is minder dan 1% van de totale Delta populatie. Het Veerse Meer is van gering belang voor deze soort.

Kleine Mantelmeeuw

Het aantal broedparen van de kleine mantelmeeuw in het Veerse Meer fluctueert (Figuur 7.42). De laatste vijf jaar werden gemiddeld 890 paar vastgesteld. Het overgrote deel van de deze vogels broedt op het eiland van de Middelplaten. In het Deltagebied is de trend van de Kleine Mantelmeeuw positief over de lange termijn en stabiel over de laatste vijf jaar. Het Veerse Meer is van geringe betekenis voor de kleine mantelmeeuw, 2% van de Delta populatie broedt in het gebied. Het Natura 2000 instandhoudingsdoel voor het Veerse Meer is 590 paar, het aantal broedparen in het Veerse Meer ligt met gemiddeld 890 paar nog ruim boven het instandhoudingsdoel.

Zilvermeeuw

De trend van het aantal broedparen van de zilvermeeuw in het Veerse Meer is negatief (Figuur 7.43). De laatste vijf jaar werden gemiddeld 1130 paar vastgesteld. De soort neemt op de korte termijn snel af; in 2010 broeden er nog ruim 1500 paar in het Veerse Meer, in 2014 nog maar net iets meer dan 600. Het overgrote deel van de deze vogels broedt op het eiland van de Middelplaten. In het Deltagebied is de trend van de zilvermeeuw negatief over de lange termijn en ook negatief over de laatste vijf jaar, de jaarlijkse afname in de Zoute Delta is kleiner dan in het Veerse Meer. Het belang van het Veerse Meer voor deze soort neemt af. Het Veerse Meer is van geringe betekenis voor de zilvermeeuw, 6% van de Delta populatie broedt in het gebied.

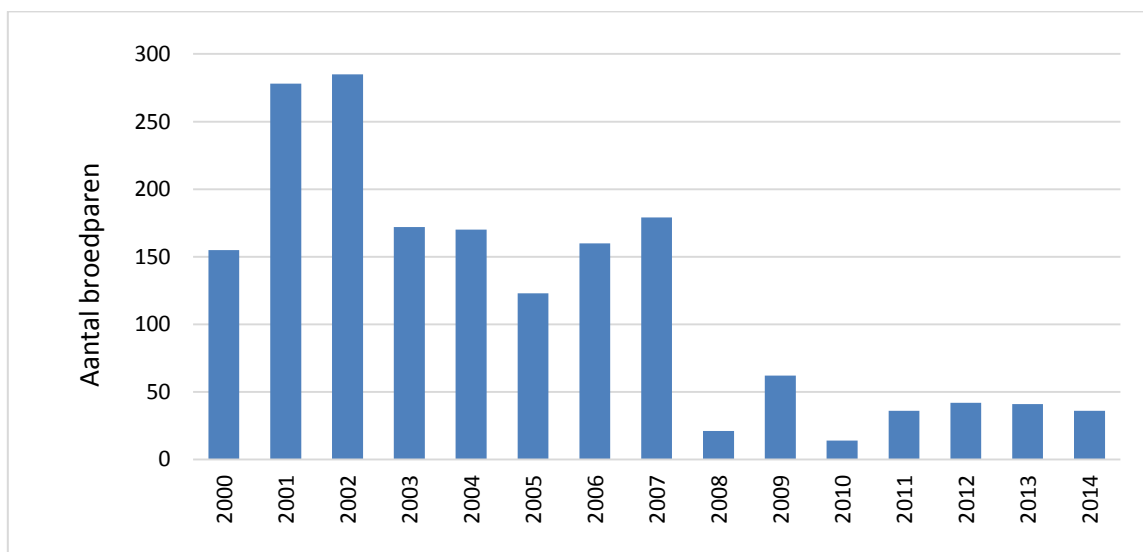
Grote Mantelmeeuw

De grote mantelmeeuw is een zeldzame broedvogel in Nederland, de soort heeft zich pas recent in Nederland gevestigd als broedvogel (SOVON 2015).

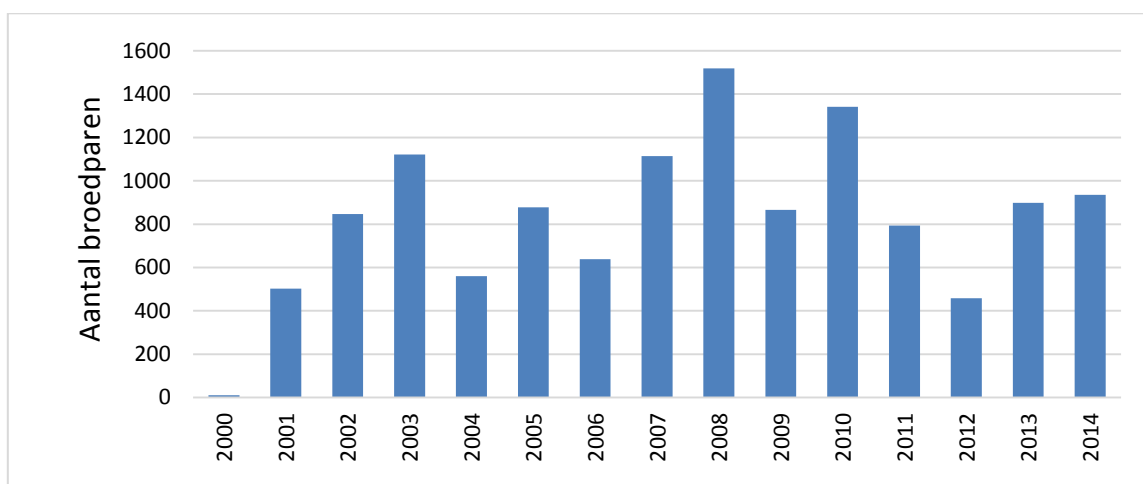
De trend van de soort is positief in de Zoute Delta (Figuur 7.44). Een groot deel van de Nederlandse broedpopulatie broedt in het Deltagebied (in 2012: 24 paar Zoute Delta, 44-46 paar Nederland). In het Veerse Meer komen elk jaar enkele paren tot broeden. De laatste vijf jaar was dat gemiddeld 2 paar, dat is 7% van de Delta populatie. In het Veerse Meer broedt de soort op de oever-verdedigingen van basaltblokken die zijn aangelegd om de eilanden te beschermen tegen afslag.

Visdief

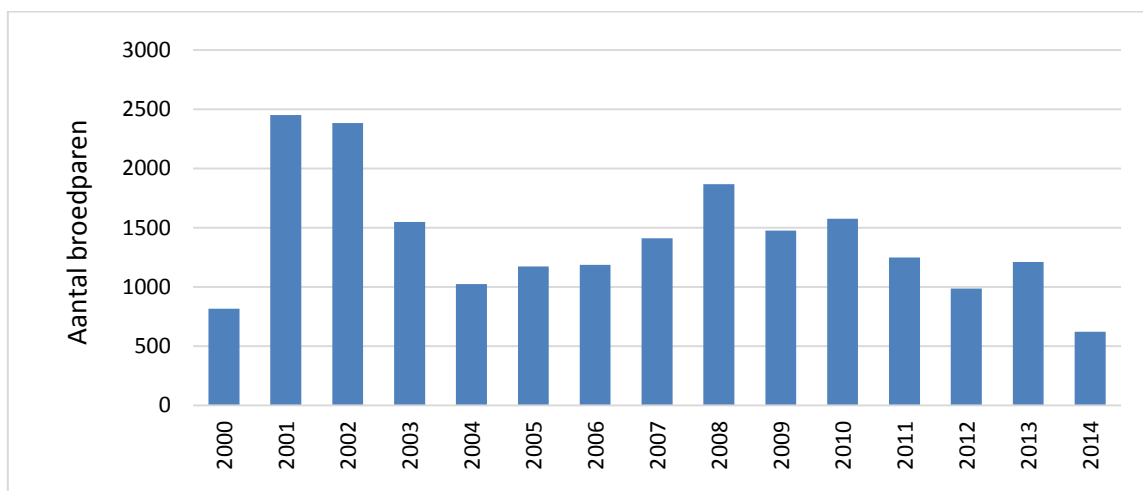
De trend van de visdief in het Veerse Meer is negatief op de lange termijn (Figuur 7.45). Op de korte termijn fluctueren de aantallen; gemiddeld 57 paar. De trend komt overeen met de trend in de Zoute Delta. Het Veerse Meer is van geringe betekenis voor de visdief, 1% van de Delta populatie broedt in het gebied.



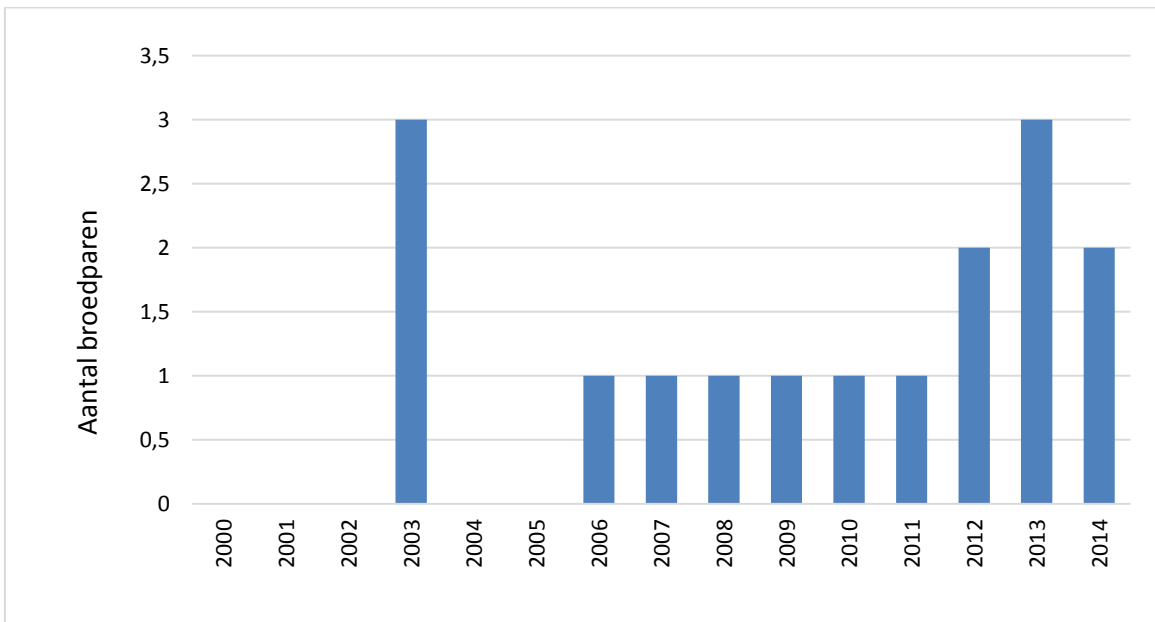
Figuur 7.41 Trend van het aantal broedparen van de kokmeeuw in het Veerse Meer in de periode 2000 – 2014.



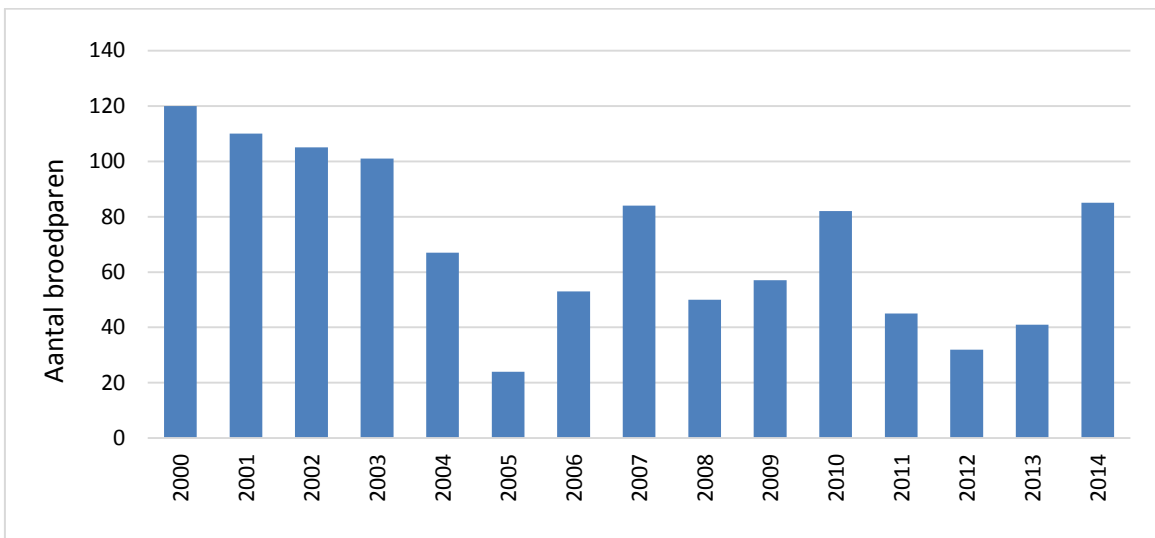
Figuur 7.42 Trend van het aantal broedparen van de kleine mantelmeeuw in het Veerse Meer in de periode 2000 – 2014 (In 2000 telling incompleet; eiland Middelpaten niet geteld).



Figuur 7.43 Trend van het aantal broedparen van de zilvermeeuw in het Veerse Meer in de periode 2000 – 2014 (In 2000 telling incompleet; eiland Middelpaten niet geteld).



Figuur 7.44 Trend van het aantal broedparen van de grote mantelmeeuw in het Veerse Meer in de periode 2000 – 2014.



Figuur 7.45 Trend van het aantal broedparen van de visdief in het Veerse Meer in de periode 2000 – 2014.

Zeldzame broedvogels

Er zijn een aantal zeldzame broedvogels die voorkomen in het Veerse Meer gebied, waarvoor het Veerse Meer geen belangrijk gebied is vanwege het lage aantal dat er voorkomt.

Ten eerste is de Noordse stern een zeldzame broedvogel in het Veerse Meer. In de periode 2000 - 2014 kwam regelmatig 1 paar tot broeden. In de Zoute Delta komen jaarlijks enkele tientallen paren tot broeden, gemiddeld 75 paar over de laatste vijf jaar. De trend in de Zoute Delta is positief. Landelijk gezien is het Deltagebied nauwelijks van belang voor deze soort.

Ook de dwergstern is een zeldzame broedvogel in het Veerse Meer, waarvan slechts in 2014 een broedgeval werd vastgesteld. Het gebied is met minder dan 1% van de totale Delta populatie daarom niet van belang voor de Dwergstern.

Verder zijn de stormmeeuw, strandplevier en zwartkopmeeuw zeldzame broedvogels in het Veerse Meer, waarvan in ieder geval de afgelopen vijf jaar geen broedgevallen meer zijn vastgesteld.

Tot slot is ook de bontbekplevier een zeldzame broedvogel in het Veerse Meer waarvan in 2001, 2002, 2008 en 2014 broedgevallen zijn vastgesteld op de Kwistenburg, Zuidvloetpolder Wolphaartsdijk en de Haringvreter.

7.4.2.3 Conclusies broedvogels Veerse Meer

Op de lange termijn 2000 – 2014 is de trend van de meeste van de besproken soorten negatief. Soorten met een instandhoudingsdoel voor het Veerse Meer zijn aalscholver, lepelaar en kleine mantelmeeuw. Voor de aalscholver wordt het instandhoudingsdoel niet gehaald.

Gebieden waar nog regelmatig kustbroedvogels tot broeden komen zijn de Middelpaten, Kwistenburg en de Haringvreter (Soelekerkeplaat). De Middelpaten zijn van groot belang voor koloniebroedvogels; daar broeden vrijwel alle aalscholvers, lepelaars, zilvermeeuwen en kleine mantelmeeuwen.

Door vegetatiesuccessie en een inrichting van het Veerse Meer die vooral gericht is op recreatie is tegenwoordig het belang van het Veerse Meer voor kustbroedvogels klein. Kustbroedvogels komen alleen nog maar voor in enkele natuurgebieden. Dankzij gerichte beheersmaatregelen zoals het jaarlijks maaien van de Grote Middelpaat en het plaatsen van vee-kerende rasters weet een relatief klein aantal kustbroedvogels zich nog te handhaven. Het peilbeheer, hoger peil in de zomer dan in de winter, is negatief voor kustbroedvogels. Voor kustbroedvogels is juist een omgekeerd peil (zomer lager dan in de winter) voordelig; inundatie met zout water remt de vegetatiesuccessie. In de zomer is dan een door laagblijvende zoutvegetatie gedomineerd habitat beschikbaar voor kustbroedvogels. Deze droogvallende gronden zijn een prima broedhabitat voor kluten, plevieren en sterns.

Vanaf 2005 worden regelmatig vossen gesignaleerd in het Veerse Meer (med. A. Hannewijk, Natuurmonumenten). In hoeverre dit een probleem is voor de broedvogels zal nader onderzocht moeten worden want ook andere grondpredatoren en rovers van eieren zoals ratten komen voor in het gebied.

De laatste jaren hebben de zilvermeeuw en kleine mantelmeeuw het Grote eiland van de Middelpaten verlaten, vermoedelijk vanwege de komst van de vos. Ze broeden nu op het vaste land van de Middelpaten. In mei 2015 werden wederom vossen vastgesteld op het Grote eiland van de Middelpaten, kort daarop waren alle nesten van de lepelaar verlaten (med. A. Hannewijk & M. Hoekstein). De komende jaren zal blijken hoe de broedvogels met de komst van de vos om gaan. De verwachting is dat een aantal soorten zich zal verspreiden en nieuwe plekken opzoeken die veilig zijn voor grondpredatoren en waar in voldoende rust gebroed kan worden. Dat kan ook buiten het Veerse Meer zijn.

Bestrijding van predatoren is geen duurzame oplossing. Wel kan het creëren van nieuwe broedgebieden in de vorm van eilanden de kustbroedvogels helpen.

Samenvatting: Broedvogels	
<i>Vóór doorlaatmiddel</i>	-
<i>Na doorlaatmiddel (2010-2014)</i>	Op termijn 2000-2014 afname aalscholver. Positieve trend lepelaar over periode 2000-2014. Afname kokmeeuw op termijn 2000-2014, die afwijkt van stabiele trend in Zoute Delta, vermoedelijk niet gelinkt aan waterkwaliteit. Kleine mantelmeeuw is stabiel op termijn en ligt boven instandhoudingsdoel. Negatieve trend Zilvermeeuw (groter dan negatieve trend in zoute Delta).
<i>Na aanpassing winterpeil (2009-2014)</i>	Geen verband tussen peilbeheer en aantallen broedvogels.

8 Toetsing aan beleid

8.1 Kaderrichtlijn Water

In 2000 werd de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) van kracht. De doelstelling van de KRW is om te bewerkstelligen dat Europa in de toekomst over voldoende schoon en ecologisch gezond water kan beschikken. Concreet beoogt de KRW een goede chemische en ecologische toestand van de Europese grond- en oppervlaktewateren te bereiken.

In december 2014 is het Ontwerp Stroomgebiedbeheerplan 2016-2021 gepubliceerd (IenM 2014).

De doelen voor het oppervlaktewater hebben een chemische en een ecologische component. De goede chemische toestand voor oppervlaktewaterlichamen wordt uitsluitend bepaald door Europees vastgestelde normen die zijn vastgelegd in de Richtlijn prioritaire stoffen. De goede ecologische toestand wordt bepaald door biologische soortgroepen. Om de goede ecologische toestand te bereiken dienen ook specifieke verontreinigende stoffen en de algemeen fysisch-chemische parameters goed te zijn. Hiervoor zijn landelijke milieukwaliteitseisen vastgesteld. Voor een sterk veranderd waterlichaam, zoals het Veerse Meer, geldt dat niet de goede ecologische toestand bereikt hoeft te worden, maar een daarvan afgeleid goed ecologisch potentieel. De biologische- en bijbehorende fysisch-chemische doelen voor sterk veranderde en kunstmatige waterlichamen zijn in het stroomgebied bepaald, uitgaande van landelijke milieukwaliteitseisen. De KRW-beoordeling wordt uitgevoerd per waterlichaam.

8.1.1 Chemie

In de toetsing voor de Kaderrichtlijn Water is de chemische toestand van het Veerse Meer “goed”, omdat er geen normoverschrijding is door prioritaire stoffen (IenM 2014).

8.1.2 Biologie

De beoordeling van de ecologische toestand van het Veerse Meer is gebaseerd op een beoordeling van de biologische kwaliteitselementen: fytoplankton, overige waterflora (macroalgen en angiospermen), macrofauna en vissen (IenM 2014).

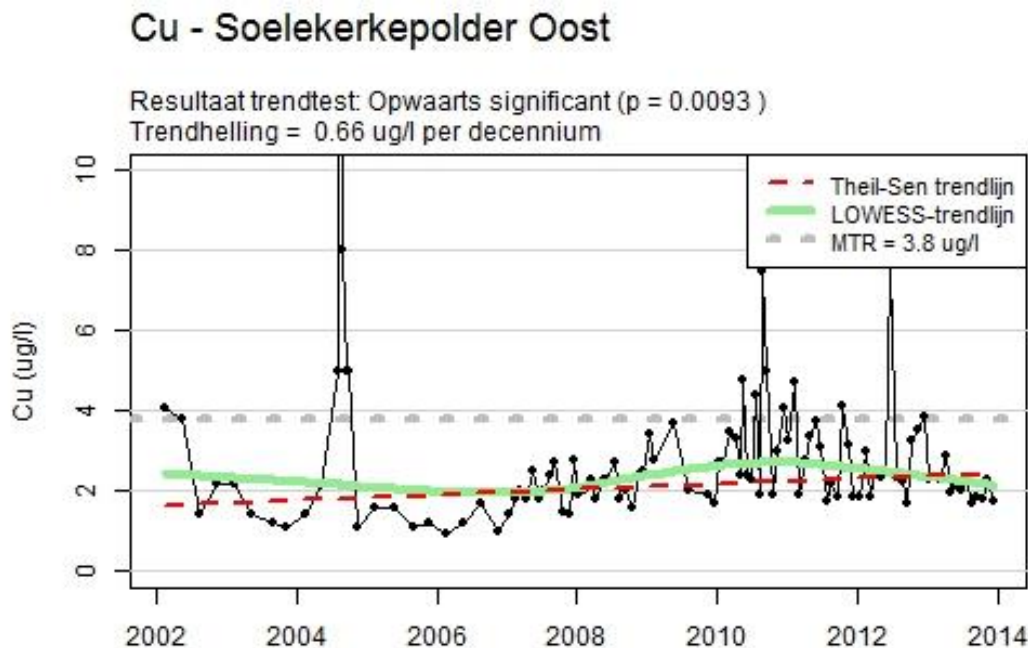
Voor fytoplankton is de toestand van het Veerse Meer in 2014 als “zeer goed” beoordeeld. De beoordeling is gebaseerd op twee deelmaatlaten, de concentratie van chlorofyl-a en de frequentie van bloeien van de schuimalg *Phaeocystis*. De chlorofylconcentraties zijn sinds 2005 ruim onder de grenswaarde, en *Phaeocystis*-bloeien zijn tot nu toe niet voorgekomen in het Veerse Meer.

Voor overige waterflora is de toestand ‘slecht’. Het kwaliteitselement overige waterflora bestaat uit twee deelmaatlaten. De deelmaatlat voor het areaal schorren is, vanwege het ontbreken van getij, voor het Veerse Meer niet van toepassing. De andere deelmaatlat betreft het areaal en de bedekkingsgraad van zeegrasvelden. Zeegras komt in het Veerse Meer niet meer voor (beschreven in §7.2.3). De afwezigheid van zeegras wordt door Van der Molen *et al.* (2012) geweten aan de geringe zoetwaterinvloed. In de Factsheet behorend bij het ontwerp Stroomgebiedbeheerplan wordt een pilot naar de mogelijkheden voor herintroductie van zeegras genoemd als een van de maatregelen (Informatiehuis Water 2014).

Klein zeegras en de intertidale variant van groot zeegras zijn afhankelijk van de intergetijdenzone. Zolang er geen intergetijdengebied is in het Veerse Meer, ontbreekt het aan een habitat voor deze varianten. Voor groot zeegras geldt in ieder geval dat er geen bronpopulatie in de buurt aanwezig is van waaruit het Veerse Meer gekoloniseerd kan worden; zeegras is ook in de Oosterschelde vrijwel verdwenen. Ook speelt de wierziekte *Labyrinthula zosterae* waarschijnlijk een rol (Sullivan *et al.* 2013).

Voor macrofauna is de toestand als ‘goed’ gekwalificeerd.

Voor vis is de toestand als “matig” beoordeeld, vanwege het ontbreken van zoetwatersoorten (Van der Molen *et al.* 2012, IenM 2014).



Figuur 8.1 Weergave van trendlijnen respectievelijk LOWESS en Thei-Sen voor koper concentraties in het Veerse Meer op de locatie Soelekerkepolder Oost voor de jaren 2002-2013.

8.1.3 Fysisch-chemische parameters

Van de stroomgebied-relevante stoffen voldoet koper niet aan de norm in het Veerse Meer (Bellert *et al.* 2014, Pfaff-Wagenaar *et al.* 2014). Koper overschrijdt de norm na correctie op het achtergrondgehalte. Het is de verwachting dan na de sanering van de waterbodembodem in het Kanaal door Walcheren, de komende jaren de kopergehalten zullen afnemen in het Veerse Meer.

Koper overschrijdt in het Veerse Meer in de jaren 2001-2013 regelmatig de MTR norm van 3,8 ug/L. Op basis van de Thei-Sen trendanalyse, waarvan de test ongevoelig is voor extreme waarden in de meetreeks en goed kan omgaan met periodes zonder metingen blijkt dat de trend test voor koper over die periode onder de MTR ligt. De LOWESS trendanalyse geeft een vergelijkbare trend weer, zie Figuur 8.1.

8.1.4 Waterbodems

In het Veerse Meer liggen 2 locaties met een verontreinigde waterbodembodem. Deze locaties zijn Wolphaartsdijk haven en Oostwating jachthaven. Zoals al besproken in paragraaf 3.3, is het Kanaal door Walcheren in het verleden sterk vervuild met koper. Dit zorgt voor een nalevering van koper vanuit de waterbodembodem naar het oppervlaktewater, en was daarmee een bron van kopervrachten naar het Veerse Meer (Holland *et al.* 2004). De sanering van de waterbodembodem van het kanaal door Rijkswaterstaat wordt in najaar 2015 afgerond.

Voor de verkenning van de waterbodembodemkwaliteit van het waterlichaam Veerse Meer zijn, voor relevante probleemstoffen en aandachtstoffen, de norm-overschrijdingen in zwevend stof en in biota (aal, mossel) bepaald (Pfaff-Wagenaar *et al.* 2014). In totaal zijn 27 potentiële probleemstoffen onderzocht (chloorpyrifos, chroom, diuron, koper, som drins, som CHC's, Som PAKs BghiP+IndP, som PCBs, som PBDE's, trybutyltin, tetrabytyltin en zink). Van deze stoffen zijn 15 stoffen alleen als aandachtstof aangemerkt (bestrijdingsmiddelen respectievelijk abamectine, azinfos-ethyl, cumafos, fenthion en trifenylytin; metalen beryllium, boor, kobalt, kwik, thallium, uranium, vanadium en zilver; PAKs benzo(a)antraceen en fenantreen).

In het Veerse Meer zijn er geen overschrijdingen door probleemstoffen in zwevend stof. Van koper en BPBD zijn echter geen zwevend stof gegevens beschikbaar. Van de aandachtstoffen overschrijden een aantal bestrijdingsmiddelen (abamectine, azinfos-ethyl) de norm (Pfaff-Wagenaar *et al.* 2014).

De waterkwaliteit is sinds het in gebruik nemen van de Katse Heule sterk verbeterd. De gehalten aan bestrijdingsmiddelen, metalen en microverontreinigingen zijn dankzij de doorspoeling via het doorlaatmiddel gedaald. De concentratie koper is flink gedaald, sinds het in gebruik nemen van de doorlaatmiddel, echter door nalevering uit de waterbodem voldoet de concentratie niet aan de KRW norm. Koper wordt aangemerkt als aandachtstof aangezien niet voldoende gegevens voorhanden zijn om te corrigeren voor biobeschikbaarheid en achtergrondgehalte.

8.2 Natura2000; Vogelrichtlijn

Natura 2000 is een samenhangend netwerk van beschermde natuurgebieden binnen de lidstaten van de Europese Unie. De EU heeft tot instelling van dit netwerk besloten, omdat de natuur en biodiversiteit in Europa al decennia lang achteruitgaan. Het Veerse Meer is als Natura 2000-gebied onderdeel van dit netwerk en is aangewezen om specifieke natuurwaarden in stand te houden⁴.

Het Veerse Meer is aangewezen als Vogelrichtlijngebied, en de instandhoudingsdoelen voor het Veerse Meer hebben daarom alléén betrekking op vogelsoorten (Veldhuizen & Roodhart 2014). De Habitatrichtlijnsoort Noordse woelmuis is als complementair doel voor dit gebied vervallen⁵.

Het Veerse Meer is voor één kustbroedvogel (kleine mantelmeeuw) als broedgebied aangewezen. Met het huidige beheer wordt het instandhoudingsdoel bereikt.

Voor moerasbroedvogels zijn instandhoudingsdoelen geformuleerd voor aalscholver en lepelaar, en er zijn volgens het ontwerpbeheerplan geen knelpunten. De aantallen van aalscholver liggen volgens het ontwerpbeheerplan rond het doelaantal (300), maar sinds 2010 er onder (www.sovon.nl). De aantallen van lepelaar liggen er ruim boven.

Voor wat betreft steltlopers, is het Veerse Meer aangewezen voor kluut en goudplevier. Voor goudplevier wordt het doelaantal niet gehaald, maar dit ligt aan factoren buiten het Veerse Meer omdat de goudplevier in weilanden in de omgeving foerageert. Voor kluut worden de doelaantallen (90) niet gehaald, wat mogelijk samenhangt met veranderd voedselaanbod en daardoor verminderde draagkracht (Veldhuizen & Roodhart 2014).

Het Veerse Meer is aangewezen voor zes soorten visetende vogels, waarvan een aantal soorten die in open water foerageren (aalscholver, fuut, middelste zaagbek en dodaars) en twee soorten die in ondiep water foerageren (lepelaar, kleine zilverreiger). Alleen aalscholver en dodaars voldoen niet aan de instandhoudingsdoelen. Als mogelijke oorzaak wordt een verandering in voedselaanbod genoemd (Veldhuizen & Roodhart 2014).

Twaalf soorten eenden, ganzen en zwanen zijn aangewezen voor het Veerse Meer. Een knelpunt voor het behalen van de instandhoudingsdoelen voor meerkoet, pijlstaart, slobbeend, brilduiker en kuifeend is mogelijk een verandering in het voedselaanbod (Veldhuizen & Roodhart 2014). Voor rotgans worden de instandhoudingsdoelen evenmin gehaald, maar de indruk is dat de draagkracht van het gebied wel op orde is. Overigens zijn de aantallen de laatste drie jaar weer toegenomen (§7.3.1.3). De aantallen wilde eend zijn ook onvoldoende, maar hier is sprake van een landelijke trend.

Het beheerplan bevat diverse maatregelen die bijdragen aan het behalen van de instandhoudingsdoelen.

⁴ <http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k&groep=10&id=n2k119>

⁵ <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2013-6334.html>

8.3 Zwemwaterrichtlijn

De kwalificatie van zwemwaterlocaties in Nederland wordt gedaan in 4 kwaliteitsklassen op grond van de Europese zwemwaterrichtlijn: uitstekend, goed, aanvaardbaar en slecht (Rijkswaterstaat 2006). De EU Zwemwaterrichtlijn 2006/7/EG stelt bepalingen vast voor: a) de controle en de indeling van de zwemwaterkwaliteit; b) het beheer van de zwemwaterkwaliteit; en c) het verstrekken van informatie over zwemwaterkwaliteit aan het publiek. De richtlijn heeft tot doel het behoud, de bescherming en de verbetering van de milieukwaliteit en de bescherming van de gezondheid van de mens, aanvullend op de Kaderrichtlijn water.

Op initiatief van de Foundation for Environmental Education (FEE) worden overheden, ondernemers en recreanten bij de zorg voor schoon en veilig water betrokken. Als kwaliteitskeurmerk wordt “De Blauwe Vlag” gehanteerd voor badstranden, meertjes en jachthavens, die aangeeft dat het zwemwater aan een aantal waterkwaliteitscriteria voldoet. Het zwemwater wordt geanalyseerd op aanwezigheid en aantal specifieke bacteriën zoals fecale streptococci (enterococci) en *Escherichia coli*. Beide bacteriën komen voor in de ontlasting van mensen en dieren en zijn een goede aanwijzing voor de zwemwaterkwaliteit, waarvoor normen zijn vastgesteld. In Nederland worden ook concentraties cyanobacteriën gemonitord, hiervoor bestaan echter geen normen. De World Health Organization (WHO) heeft richtlijnen opgesteld voor de waterkwaliteit bij blootstelling aan cyanobacteriën en microcystinen (WHO 2003).

Rijkswaterstaat beheert 7 zwemwaterlocaties in het Veerse Meer die worden beoordeeld op de zwemwaterkwaliteit conform de Europese richtlijn (EEA 2015). Deze 7 officiële zwemwaterlocaties zijn:

- 1 Kamperland Sint Felixweg, badstrand (Gemeente Noord-Beveland)
- 2 Kortgene Schapendijk, badstrand (Gemeente Noord-Beveland)
- 3 Oranjeplaat, badstrand (Gemeente Middelburg)
- 4 De Piet, badstrand (Gemeente Goes)
- 5 Schotsman Campensweg, badstrand (Gemeente Noord Beveland)
- 6 Veerse Gatdam meerzijde, badstrand (Gemeente Veere)
- 7 Wolphaartsdijk Schelphoek, badstrand (Gemeente Goes)

De EU richtlijn stelt dat alle zwemwaterlocaties in 2015 minimaal moeten voldoen aan de kwaliteitsklasse aanvaardbaar. In de meest recente beoordeling voldeden alle zwemwaterlocaties aan de eisen (www.zwemwater.nl). De locatie Kortgene Schapendijk badstrand werd in 2014 als “slecht” beoordeeld, en in de voorgaande jaren (2012, 2013) als “voldoende”. Alle overige locaties werden als “uitstekend” beoordeeld (EEA 2015).

9 Synthese: toestand en trends

Het Veerse Meer heeft sinds het jaar 2000 veranderingen in het beheer ondergaan, die grote invloed hebben gehad op de fysische omstandigheden, waterkwaliteit en ecologie van het watersysteem. Het meer is veranderd van een stagnant brak meer met een tegennatuurlijk peilbeheer in een marien meer met micro-getij met een minder vergaand peilbeheer.

Vóór het doorlaatmiddel

In de jaren voordat het doorlaatmiddel zorgde voor betere wateruitwisseling tussen het Veerse Meer en de Oosterschelde, was het meer een stagnant systeem met slechte waterkwaliteit en diverse ecologische problemen.

Het meer werd omschreven als brak, omdat de chlorideconcentraties in de oppervlaktelaag (ongeveer boven NAP-5 m) zelden boven de 10 g/l kwamen, wat de bovengrens is voor brakke systemen. De chlorideconcentraties werden bij hoge polderafvoeren regelmatig en langdurig lager dan 9 g/l tot minima van 6 g/l. In de bodemdierengemeenschap kwamen tien brakwatersoorten voor, maar deze bestond verder uit mariene soorten. Er was daarom eerder sprake van een 'verarmd mariene' gemeenschap dan van een brakwatergemeenschap (Holland *et al.* 2004).

Door de beperkte verversing van het water en de afvoer op het meer van polderwater met hoge concentraties mest- en voedingsstoffen, kwam overmatige groei van algen voor, incidenteel van fytoplankton maar met name van de macro-alg zeesla. Vooral na verlaging van het waterpeil tot het winterpeil zorgden grote massa's afgestorven en rottende zeesla voor stankhinder (Holland *et al.* 2004).

In het meer kwam 's zomers gelaagdheid (stratificatie) voor doordat het Veerse Meer een langgerekte diepere, voormalige getijde-geul heeft. Door het inlaten van (zwaarder) zout water uit de Oosterschelde, om het waterpeil te verhogen van winter- naar zomerpeil, ontstond een zout-stratificatie met twee lagen water. De bovenlaag van water had weinig uitwisseling met de onderlaag, en door zuurstof verbruikende afbraakprocessen van de algen van de voorjaarsbloei nam de zuurstofconcentratie in de onderlaag af. Onder de spronglaag was het te donker voor waterplanten om voor zuurstof te zorgen. Daardoor nam het zuurstofgehalte in de onderlaag af tot zuurstofarme concentraties of zelfs tot zuurstofloosheid. In het oostelijk deel van het Veerse Meer kwam het gehele jaar stratificatie voor. In het middendeel vanaf het voorjaar, terwijl in het westelijk deel geen zoutstratificatie optrad. Hoewel er in het westelijk deel van het Veerse Meer dus geen sprake was van gelaagdheid, treedt ook hier zuurstofuitputting op in de diepere waterlaag, als gevolg van de lage dynamiek, waardoor er geen aanvoer van zuurstof naar de diepere waterlagen is door horizontale of verticale menging.

De diepte waarop zuurstofloosheid zich manifesteerde, varieerde vanaf -5 m NAP tot -7 m NAP tot aan de bodem. Boven ruim 1/3 van het bodemoppervlak was het water op deze diepten zuurstofloos (<2 mg/l). Vooral 2003 was extreem, met al begin mei zuurstofloosheid op geringe diepte. Ook in de put bij Vrouwenpolder, waar normaliter geen zuurstofloosheid optrad, werd gedurende de gehele zomer zuurstofloosheid geconstateerd (Holland *et al.* 2004).

Vooral in de jaren 2002-2004 vóór de ingebruikname van het doorlaatmiddel in juni 2004, waren er grote ecologische problemen in het Veerse Meer. In voorjaar en zomer van 2002-2004 kwamen exceptioneel grote bloeien ($>10^9$ cellen/l) van groenalgen voor. Het doorzicht in het meer verslechterde sterk tot minder dan 20 dm. Het slechte doorzicht had negatieve gevolgen voor het lichtklimaat, waardoor de groei van macrofyten als zeegras, wieren maar

ook macro-algen als zeesla belemmerd werd. Vermoedelijk als gevolg van lichtlimitatie was in 2003 geen zeesla meer aanwezig (Holland *et al.* 2004).

Van zeegras was al langere tijd een beperkt areaal aanwezig in het Veerse Meer. Van 1996-2000 was er ongeveer 50 ha met een bedekkingsgraad >5% en ongeveer 20 ha met een bedekkingsgraad <5%. In 2003 was er alleen nog 55 ha met een bedekkingsgraad <5%. Het slechtere doorzicht in 2003 heeft waarschijnlijk bijgedragen aan de sterke achteruitgang (Holland *et al.* 2004).

Op de harde substraten raakte de gemeenschap, die gedomineerd werd door zeepok en de schelpdieren mossel en Japanse oester, overwoekerd door de brakwatersoort trompetkalkkokerworm. Ook op de zachte substraten nam de biomassa van schelpdieren (vooral strandgaper) sterk af tussen 2001 en 2003/2004. Het is onzeker wat hier de oorzaak van was, en of er een wisselwerking is met het optreden van de groenalgenbloeien. Door Craeymeersch & De Vries (2007) is gesuggereerd dat de groenalgen (picoplankton) door de kleine afmeting niet geschikt waren als voedsel voor de schelpdieren, waardoor die bestanden sterk zijn afgenomen wat weer heeft geleid tot afname in de graasdruk door schelpdieren en verdere toename van de algenbiomassa.

Deze veranderingen hadden ook verder strekkende gevolgen. Het aantal vogeldagen in het Veerse Meer nam af. Plantenetters zijn de talrijkste groep in het Veerse Meer, en deze groep draagt het meest bij aan het aantal vogeldagen. De sterke daling na 2002 werd vooral veroorzaakt door een sterke afname van het aantal meerkoeten. Omdat zeesla belangrijk voedsel voor de meerkoet is, is het waarschijnlijk dat er een relatie is met de sterke afname in zeesla in die periode. De aantallen viseters van het open water vertoonden eveneens een dieptepunt in 2003 en 2004. Deze afname van vooral de aantallen van fuut, middelste zaagbek en dodaars, wordt geweten aan het sterk verminderde doorzicht. Aalscholvers, die minder afhankelijk zijn van goed doorzicht, vertoonden een minder grote daling. Ook viseters van ondiep water (kleine zilverreiger, lepelaar) vertoonden een dip in deze periode. Soorten die in de oeverzone bodemdieren eten, zoals scholekster en bergeend, vertoonden eveneens een dip in 2002-2004. Mogelijk spelen hier meerdere factoren, waaronder het overwoekerd raken van schelpdieren door de trompetkalkkokerworm en de afname in biomassa van schelpdieren.

Na het doorlaatmiddel

De ingebruikname van het doorlaatmiddel leidde snel tot grote verbeteringen. Door de grotere wateruitwisseling met de Oosterschelde, waar de gehalten aan voedingsstoffen veel lager zijn, daalden de concentraties van stikstof, fosfaat en silicaat. De chlorofylconcentraties halveerden, planktonbloeien van groenalgen kwamen niet meer voor en het doorzicht verdubbelde. De afname van de stikstof- en fosfaatgehalten leidde er toe dat massale bloei van zeesla niet meer optrad. In plaats van zeesla zijn roodwieren dominant geworden. Deze roodwieren hebben een meer open, vertakte, structuur waardoor ophoping van biomassa minder snel tot zuurstofloosheid in de bodem van de ondiepe oeverzone (en stankoverlast) leidt. Op basis van criteria voor de stikstofconcentratie geformuleerd door Craeymeersch & De Vries (2007), namelijk laag risico bij stikstofconcentraties <1 mg/l (totaal-N) in maart-november lijkt het risico op zeesla-bloeien met de afgenomen stikstofgehalten in het Veerse Meer de laatste jaren laag.

Een belangrijk effect van de ingebruikname van de Katse Heule is dat, dankzij de sterke uitwisseling met de Oosterschelde, de polderafvoeren nu nog slechts tot geringe saliniteitsverschillen tussen oppervlak en bodem in het oostelijk deel van het Veerse Meer leiden. Het ontbreken van sterke gelaagdheid en de toevoer van zuurstofrijk Oosterschelde water zorgt er ook voor dat zuurstofloosheid in de diepere waterlagen in het oosten en, in iets mindere mate, in het midden van het Veerse Meer niet meer voorkomt. Wel komen er 's zomers nog zuurstofarme condities (<5 mg O₂/l) voor door zuurstofgebruik in de diepe

waterlagen (door bezinkend organisch materiaal zoals afstervende algen en door het sediment).

In het westelijk deel van het Veerse Meer, waar geen gelaagdheid optrad maar wel zuurstofarme condities door gebrek aan verticale menging, is de situatie nauwelijks veranderd. Omdat het doorlaatmiddel in dit deel van het Veerse Meer geen effect heeft op de menging blijft hier nog steeds sprake van lage zuurstofconcentraties bij de bodem in de zomer. Dit heeft ook effecten op de bodemgemeenschap, waarbij in het westelijk deel van het Veerse Meer het aantal soorten in de diepe delen van het harde substraat 's zomers afneemt. Ook de waarneming van plekken met zwavelbacteriën in het westelijk deel van het Veerse Meer duidt op effecten van zuurstofloosheid.

De grotere wateruitwisseling leidde uiteraard ook tot een verhoging van het zoutgehalte, waarmee het Veerse Meer een meer marien karakter kreeg. Dit is te zien in de samenstelling van de bodemgemeenschap. Op de harde substraten nam de diversiteit in flora en fauna toe. De trompetkalkkokerworm, die een brakwatersoort is, is vanaf 2006 alleen nog in lage dichtheden waargenomen. Mariene soorten die vanuit de Oosterschelde binnen kwamen, koloniseerden vanuit het oosten het Veerse Meer. Onder die soorten bevinden zich ook invasieve exoten zoals bijvoorbeeld Japans bessenwier, de Japanse oester, de Amerikaanse ribkwal en verschillende zakpijp-soorten. De Japanse oester werd al snel na opening van de Katse Heule dominant op harde substraten in het oostelijk deel van het Veerse Meer. In het westelijk deel van het Veerse Meer gebeurde dat pas jaren later. Ook op de zachte bodems nam het areaal oesters toe, het eerst in het oosten van het Veerse Meer en later in het westen. De toename was vanaf 2009 gemiddeld 4,4 ha/jaar tot ruim 700 ha in 2014. Het grootste deel van het areaal (75%) betreft gebieden met een lage bedekking (<10%) oesters. In 2014 zijn in de oostelijke helft van het Veerse Meer nauwelijks jonge oesters waargenomen. Het is de vraag of hier sprake is van een eenmalig fenomeen (geen broedval/aanwas) of dat hier andere oorzaken aan ten grondslag liggen, zoals verminderde draagkracht, ongunstige omstandigheden, enz. Overigens is de meest abundante schelpdiersoort, de strandgaper, die al veel langer in het Veerse Meer voorkomt, ook een exoot. De Amerikaanse zwaardschede *Ensis directus* die in de Oosterschelde in hoge dichtheden voorkomt, is in het Veerse Meer alleen lokaal waargenomen (Leewis *et al.* 2015). De bodemdierengemeenschap van het zachte substraat liet in de eerste jaren na de ingebruikname van de Katse Heule een toename in het aantal soorten, diversiteit, dichtheden en biomassa zien. In de eerste evaluatie van de effecten van het doorlaatmiddel werd dan ook geconcludeerd dat er sprake was van herstel van de bodemdierengemeenschap (Craeymeersch & De Vries 2007). De latere jaren laten zien dat de trends uit de eerste jaren na de Katse Heule niet zo maar doorgetrokken kunnen worden. In latere jaren nam de biomassa van strandgapers en kokkels weer af, terwijl de biomassa van wadpieren toenam. Door deze ontwikkelingen is er duidelijk onderscheid in de bodemdierengemeenschap tussen de periode voor de Katse Heule, de eerste jaren na de ingebruikname van het doorlaatmiddel, en de latere jaren. Het lijkt erop dat de bodemdierengemeenschap nog steeds in een fase van aanpassing aan meer mariene condities is. De veranderingen in de schelpdierbiomassa betekenen mogelijk wel dat de graasdruk op het fytoplankton door schelpdieren verminderd is. Tegelijkertijd vindt er een toename in dichtheden van zakpijpen plaats, zodat het de vraag is of er veranderingen zijn in de totale graasdruk door filtrerende bodemdieren. Een belangrijke kanttekening bij de interpretatie van deze resultaten is overigens ook, dat de meeste soorten die in de bodemdierbemonsteringen worden aangetroffen, in te lage dichtheden voorkomen om betrouwbaar veranderingen in dichtheden te kunnen vaststellen. Alleen de abundante soorten zoals onder meer strandgapers en wadpieren komen in voldoende hoge dichtheid voor (Escaravage *et al.* 2003). Dit geeft een beperking bij de interpretatie van veranderingen in schelpdierdichtheden zoals die van mosselen, kokkels en Japanse oesters.

De visgemeenschap is slechts incidenteel en beperkt bemonsterd, zodat het moeilijk is om duidelijke conclusies te trekken over de effecten van het doorlaatmiddel. Er is een aanzienlijke afname van het haringbestand waargenomen, maar omdat er slechts enkele jaren van waarnemingen zijn is het niet mogelijk om deze verandering te relateren aan de genomen beheermaatregelen. Wel lijkt duidelijk dat de diversiteit door de Katse Heule is toegenomen.

De ingebruikname van de Katse Heule heeft ook op de vogels in het Veerse Meer effecten gehad. Van de meest talrijke groep, de planteneters, was al een sterke afname van de meerkoet opgetreden in 2002-2004, waarschijnlijk door de afname in zeesla. De aantallen meerkoeten zijn nadien stabiel gebleven op een niveau dat ongeveer een derde is van de aantallen voor 2002, hoewel er wel enige toename van zeesla is geweest in latere jaren. De instandhoudingsdoelen van de Vogelrichtlijn voor de meerkoet worden daarmee niet gehaald. Wintertaling, slobend en pijlstaart zijn karakteristieke soorten voor brakke wateren, en mogelijk is door de verhoging van het zoutgehalte het voedselaanbod veranderd. Dit heeft eveneens consequenties gehad voor het behalen van de instandhoudingsdoelen van slobend en pijlstaart.

De aantallen viseters van open water namen weer toe, waarschijnlijk door de verbetering in het doorzicht na 2004. De aantallen viseters van ondiep water vertonen een langdurige positieve trend, mogelijk speelt hier de vermindering van zeesla-groei een rol. De verhoging van het zoutgehalte door het doorlaatmiddel heeft er toe geleid dat kuifeenden, die de voorkeur hebben voor zoete/brakke wateren, sterk in aantal zijn afgenomen.

Van de bodemdieretende vogels die vooral in de oeverzone van het Veerse Meer foerageren vertonen vooral tureluur en scholekster de laatste 5-7 jaar een afname. Deze trend komt grotendeels overeen met de trend elders in de Delta en lijkt niet samen te hangen met effecten van het doorlaatmiddel (Arts & Hoekstein 2015).

De grotere wateruitwisseling met de Oosterschelde heeft mogelijk ook tot gevolg gehad dat er meer fijn sediment geïmporteerd wordt uit de Oosterschelde. De hogere sedimentatie van materiaal met een relatief hoog organisch stof-gehalte dat gemeten is in het oostelijk deel van het Veerse Meer zou hier op kunnen wijzen. Bij de toename van de fractie <math><16\ \mu\text{m}</math> in het sediment gemeten op de locatie Zandkreekdam-west en de verondieping van de Zandkreekput speelt overigens ook het storten van baggerspecie uit de havens van het oostelijk deel van het meer een duidelijke rol.

Na de verhoging van het winterpeil

In drie stappen is vanaf najaar 2008 het winterpeil in het Veerse Meer verhoogd, waardoor het areaal tussen NAP-0,3 m en NAP-0,7 m dat voorheen 's winters droogvalt, nu niet meer droogvalt. Het doel van de maatregel was het voorkomen van de negatieve gevolgen voor de daar aanwezige (bodem)dieren en waterplanten, met als neveneffect dat er meer voedsel beschikbaar komt voor vissen en vogels, en betere schuil-, paai- en opgroeiplaatsen voor vissen en andere organismen (Projectgroep MER Peilbesluit Veerse Meer 2007). Het effect is dat het areaal dat 's winters droogvalt, ongeveer gehalveerd is.

In dit rapport zijn de effecten van de verhoging van het winterpeil, waar mogelijk, beschreven. Hierbij moet aangetekend worden dat het aantal jaren van waarnemingen na de peilverhoging beperkt is. Ook is deze rapportage gebaseerd op lopende monitoringprogramma's en is, met uitzondering van onderzoek naar macro-algen, Japanse oesters en het vogelonderzoek in de winter van 2014, geen onderzoek uitgevoerd dat zich specifiek heeft gericht op de ondiepe oeverzone.

Op basis van de metingen kan geen effect geobserveerd worden op de chlorideconcentratie, de watertemperatuur en de mate van stratificatie voor en na het peilbesluit. De variatie tussen de jaren die het gevolg is van meteorologische verschillen van jaar tot jaar, is groter dan het effect van de grotere uitwisseling in de winter door een hoger winterpeil. De grotere

uitwisseling zorgt logischerwijs voor een iets hogere chlorideconcentratie door een snellere afvoer naar de Oosterschelde, maar dit is dus nog niet in de meetreeks van enkele jaren te onderscheiden. Het peilbesluit heeft, zoals verwacht, geen effect op het optreden van zuurstofarme condities in het westelijk deel van het Veerse Meer.

De ondiepe oeverzone die door het verhoogde winterpeil niet meer droogvalt, is in principe een geschikt gebied voor Japanse oesters. In ondiepe delen is in 2012 en 2013, met name op harde substraten, inderdaad aanwas van jonge mosselen en oesters gevonden. De aanwas van Japanse oesters heeft lokaal ook geleid tot overlast voor recreatiegebieden.

De veranderingen in arealen ondiep water en slik, die het gevolg zijn van het veranderde winterpeil, hebben mogelijk effect gehad op een aantal vogelsoorten die in die oeverzone planten of bodemdieren eten. Dit kan negatief hebben uitgedrukt voor sommige soorten, zoals de planteneters wintertaling, slobend en pijlstaart. Voor deze soorten geldt echter dat ook de verhoging van het zoutgehalte als gevolg van het doorlaatmiddel mogelijk effecten op de foerageermogelijkheden heeft gehad. Ook op sommige soorten bodemdiereters van de ondiepe oeverzone zijn er mogelijk effecten van het verhoogde winterpeil, door veranderingen in het areaal geschikt foerageergebied. Dit geldt in principe voor scholekster, kluut, tureluur en bergeend. Van die soorten vertonen tureluur en scholeksters dalende aantallen sinds de implementatie van het peilbesluit. Voor andere soorten heeft het peilbesluit mogelijk gunstig uitgedrukt door een toegenomen areaal ondiep water (bijv. wulp). Op basis van de nu beschikbare gegevens over een beperkt aantal jaren sinds de aanpassingen van het winterpeil, is het echter niet mogelijk om steviger (statistisch onderbouwde) conclusies te trekken. Voor een betere onderbouwing zou een nauwkeuriger omschrijving van de geschikte foerageergebieden en de veranderingen in arealen als gevolg van de verhoging van het winterpeil, vergeleken moeten worden met de aantalsveranderingen van de betreffende soorten.

Het verhoogde winterpeil heeft ook effecten op de ligging van de eufotische zone (de zone waar licht voldoende doordringt om primaire productie mogelijk te maken). Deze zal in verticale richting iets omhoog opschuiven wat effecten heeft op de diepte (t.o.v. NAP) waarop wieren op harde substraten kunnen groeien. Dit lijkt inderdaad opgetreden op de monsterlocatie in het westelijk deel van het Veerse Meer, waar roodwieren in abundantie zijn afgenomen.

10 Kennisleemtes, aanbevelingen

Dit rapport is gebaseerd op gegevens uit lopende monitoringprogramma's van RWS, op projectgegevens van NIOZ en Stichting Zeeschelp en op jaarlijkse vogeltellingen van Deltaprojectmanagement. De gegevens laten zien dat de ingebruikname van de Katse Heule een grote ingreep is geweest die tot aanzienlijke effecten op de waterkwaliteit en ecologie heeft geleid. Tien jaar na de uitvoering blijkt dat het systeem, na een initiële snelle respons, deels nog steeds in verandering is. De verschuiving naar een meer mariene gemeenschap lijkt nog steeds gaande, vooral in de bodemgemeenschap. Het verdient daarom aanbeveling om de monitoring van (met name) de bodemgemeenschap voort te zetten.

Een watersysteemrapport, als het hier voorliggende rapport, moet gebaseerd zijn op goede ondersteunende meet- en onderzoeksgegevens. Dit rapport is opgesteld door gebruik te maken van gegevens uit het reguliere MWTL monitoringprogramma aangevuld met gegevens uit meer incidentele monitoring en uit projectgebonden onderzoek. Dit heeft als gevolg dat datasets niet altijd compleet zijn. Belangrijker is, dat het MWTL monitoringprogramma vooral gericht is op lange termijn trends, en niet specifiek ontwikkeld is om effecten van beheermaatregelen als het doorlaatmiddel of het peilbesluit te monitoren. Dit is deels ondervangen door aanvullende monitoring gericht op aspecten die van belang zijn voor het beheer van het Veerse Meer (zoals bijvoorbeeld monitoring van Japanse oester, macro-algen, flora en fauna van het harde substraat). Elementen die belangrijk zijn voor een goede beschrijving en begrip van het watersysteem kunnen echter ontbreken of onvolledig zijn. Zo betekent de verandering in de frequentie van monitoring van bodemdieren van het zachte substraat van jaarlijks naar eens in de drie jaar, dat het alleen op langere termijn (>10 jaar) mogelijk zal zijn trends in samenstelling van de bodemdierengemeenschap te detecteren. Verder ontbreekt het nu aan gegevens over bijvoorbeeld zoöplankton, en aan continue kwantitatieve informatie over kwalen en vissen. Ook gegevens over vrachten van stoffen zijn beperkt beschikbaar. Naast het goed organiseren van de beschikbaarheid van de gegevens van lopende metingen, verdient het aanbeveling om, denkend vanuit het watersysteem, een prioritering te maken van de cruciale gegevens en informatie die nodig is voor het beheer van het Veerse Meer.

In aanvulling daarop zou het wellicht nuttig zijn om een meer gestructureerde methodiek te ontwikkelen voor het evalueren van beheersmaatregelen, bijvoorbeeld zoals gebeurt in het Schelde-estuarium (Maris *et al.*).

Een kennisleemte betreft de visstand in het Veerse Meer. Door de beperkte monitoring is het onduidelijk hoe de visstand zich ontwikkelt sinds de ingebruikname van het doorlaatmiddel en de verandering van het peilbeheer.

Er is ook een kennisleemte als het gaat om de vraag hoe de verminderde nutriënten- en fytoplanktonconcentraties, de veranderingen in de bodemdierengemeenschap en daarmee samenhangende mogelijke veranderingen in graasdruk, van invloed zijn op de primaire productie en de draagkracht van het Veerse Meer. Ook de toename van kwalen heeft een onbekend effect op het systeem. Het is daarmee onduidelijk in hoeverre toekomstige ontwikkeling van schelpdieren, waaronder de Japanse oester, wordt gelimiteerd door beperkingen in het voedselaanbod en hoe verdere verlaging van de nutriëntenbelasting van het meer als gevolg van het mestbeleid door zullen werken.

In het beheerplan voor de Vogelrichtlijn wordt voor diverse soorten vogels (o.a. viseters) gewezen op de mogelijke effecten van verminderde draagkracht en de belemmeringen om de instandhoudingsdoelen te halen. Ook dit benadrukt het belang van meer kennis over de

ontwikkeling van de draagkracht in het Veerse Meer, ook in samenhang met de overige zoute Deltawateren. In de studie naar autonome trends in de Oosterschelde is eveneens geconstateerd dat het ontbreekt aan fundamentele kennis over de factoren die draagkracht voor vogels beïnvloeden, en in hoeverre naast voedselbeschikbaarheid andere factoren daarop van invloed zijn (De Ronde *et al.* 2013). De gesignaleerde voortgaande veranderingen in de bodemdierengemeenschap, als reactie op het doorlaatmiddel, spelen mogelijk een rol. Om deze veranderingen en de trends in vogelaantallen beter met elkaar te kunnen relateren, zou een veel diepgaandere studie nodig zijn.

De effecten van het veranderd peilbeheer zijn moeilijk te duiden. Dit komt deels omdat de meeste monitoringprogramma's niet specifiek gericht zijn op de ondiepe zone die het meest wordt beïnvloed door het peilbeheer. Het toegenomen areaal ondiep habitat zou positieve effecten kunnen hebben op planten, bodemdieren, vissen en vogels die dit habitat gebruiken als leef- of foerageergebied. Wat het effect is voor het watersysteem Veerse Meer is door gebrek aan gegevens, moeilijk in kwantitatieve zin te duiden. Gericht onderzoek naar de rol van die ondiepe zone zou gewenst zijn. Dat zou ook meer inzicht kunnen geven in de vraag welke effecten van een eventuele verdere verhoging van het winterpeil te verwachten zijn.

In de Kaderrichtlijn Water wordt de ecologische toestand van het Veerse Meer als matig beoordeeld. Het ontbreken van voldoende areaal zeegras speelt hierbij een rol. Het zeegras in het Veerse Meer is al lange tijd afwezig, en zolang er geen intergetijdengebied is in het Veerse Meer ontbreekt het aan een habitat voor klein zeegras en de intertidale variant van groot zeegras. Ook ontbreekt een nabije bronpopulatie van waaruit het Veerse Meer gekoloniseerd kan worden; zeegras is ook in de Oosterschelde vrijwel verdwenen. Ook speelt de wierziekte *Labyrinthula* waarschijnlijk een rol. Nader onderzoek is nodig om vast te stellen welke factoren van invloed zijn op het uitblijven van herstel van zeegras in het Veerse Meer en of herstel van zeegras een realistische doelstelling is.

Exoten hebben een aanzienlijk aandeel in de flora en fauna van het Veerse Meer. Het betreft onder meer wieren zoals Japans bessenwier, de Amerikaanse ribkwal, bodemorganismen als de Japanse oester, het muiltje, de trompetkalkkokerworm, de strandgaper, het penseelkrabje en soorten in het fytoplankton. In een inventarisatie van exoten in het macrobenthos in de Zeeuwse Delta concluderen Wijnhoven & Hummel (2009) dat 1/5 van de bodemdiersoorten in het Veerse Meer tot de exoten gerekend moeten worden. Onder de exoten in het Veerse Meer vallen soorten die al lange tijd in Nederland voorkomen (zoals bijvoorbeeld de strandgaper). Er zijn ook invasieve soorten onder, dat wil zeggen soorten met een grote impact op milieu, economie of menselijke gezondheid. Te verwachten valt dat met de toegenomen uitwisseling met de Oosterschelde de kans op introducties van meer soorten exoten groter is geworden. Er zijn geen aanwijzingen dat het Veerse Meer gevoeliger is voor de introductie en vestiging van exoten dan omliggende Deltawateren. De effecten van exoten op het watersysteem en op de gebruiksfuncties van het Veerse Meer zijn in het algemeen moeilijk te voorspellen.

11 Literatuur

- Arts, F.A. & M.S.J. Hoekstein (2015). Watervogels in het Veerse Meer: habitatgebruik en trends. Delta Project Management, Culemborg, Rapport nr 2015-001, 54 pp. + bijlagen
- Bellert, B., M. Bil, E. Daemen, A. Fortuin, J. Goossen, K. Van Goethem, J. Oosthoek & M. Van Tilburg (2014). Actualisatie Probleemstoffen en bronnen in het Scheldestroomgebied. Projectbureau Kaderrichtlijn Water Schelde; Werkgroep Ecologie, Waterkwaliteit en Monitoring, Middelburg, Achtergrondrapport bij de RBO-nota 2014, 54 pp.
- Craeymeersch, J.A.M. & I. De Vries (2007). Waterkwaliteit en ecologie Veerse Meer: het tij is gekeerd. Eerste evaluatie van de veranderingen na de ingebruikname van de 'Katse Heule'. Rijksinstituuat voor Kust en Zee (RWS RIKZ), Middelburg, RIKZ/2007.008, 86 pp.
- De Boois, I.J., H.M.J. Van Overzee, M. De Graaf, O.A. Van Keeken, E. Kuijs, B. van Os-Koomen, H.J. Westerink & H. Wiegerinck (2013). Toestand vis en visserij in de zoete Rijkswateren Deel III: Data IMARES, IJMuiden, C060/13, 399 pp.
- De Boois, I.J., M. De Graaf, A.B. Griffioen, O.A. Van Keeken, M. Lohman, B. van Os-Koomen, H.J. Westerink, H. Wiegerinck & H.M.J. Van Overzee (2014). Toestand vis en visserij in de zoete Rijkswateren 2013 Deel III: Data IMARES, IJMuiden, C164a/14, 468 pp.
- De Kluijver, M., P. Van Avesaath, B. Van Broekhoven, A. Dekker, M. Dubbeldam, A. Engelberts, O.J.A. Van Hoesel, W. Van Houten, L. Kleine Schaars, T. Meliefste, A. Verburg, S. Wijnhoven & H. Hummel (2012). De ontwikkeling van de kwallenpopulatie in het Veerse Meer, Monitoring april 2010 – april 2012. Stichting Zeeschelp, Kamperland, Stichting Zeeschelp, 24-07-2012.
- De Ronde, J.G., J.P.M. Mulder, L.A. Van Duren & T.J.W. Ysebaert (2013). Eindadvies ANT Oosterschelde. Deltares, Delft, Rapport nr 1207722-000-ZKS-0010, 78 pp.
- De Vries, I. (2014). Waterkwaliteiten Deltawateren. datarapport Oosterschelde. Deltares, Delft, rapport 1209393-000., 73 pp.
- De Vries, I. (2015). Waterkwaliteiten Deltawateren. Datarapport Veerse Meer. Deltares, Delft, Rapport nr 1210859-000-VEB-0004, 47 pp.
- EEA (2015). European bathing water quality in 2013. European Environment Agency, Copenhagen, EEA Report No 1/2015, 28 pp
www.eea.europa.eu/themes/water/interactive/bathing/state-of-bathing-waters
- Escaravage, V. & H. Hummel (2003). Macrobenthos Dynamiek Veerse Meer (Periode 1990-2003). 77 pp.
- Escaravage, V., W. Siermans & H. Hummel (2003). Definitie van een relevante T0 situatie voor de macrofauna van het Veerse Meer in verband met het Zandkreekdam doorlaatmiddel. NIOO-CEME, Yerseke, rapport 2003-04, 36 pp.
- Faber, D., B.A. Wielakker, J.L. Spier & C. Smulders (2011). Richtlijn KRW Monitoring Oppervlaktewater en Protocol Toetsen & Beoordelen. IenM, 26 januari 2011.
- Fisher, T.R., L.W. Harding Jr., D.W. Stanley & L.G. Ward (1988). Phytoplankton, nutrients, and turbidity in the Chesapeake, Delaware, and Hudson estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 27: 61-93.
- Fisher, T.R., E.R. Peele, J.W. Ammerman & L.W. Harding Jr. (1992). Nutrient limitation of phytoplankton in Chesapeake Bay. *Marine Ecology Progress Series* 82: 51-63.
- Holland, A.M.B.M., C.M. Berrevoets, J. Consemulder, L. Peperzak, E.C. Stikvoort, F. Twisk, L.P.M.J. Wetsteyn, K. Wolfstein, C. van der Male, J.P.F. Pieters, A.M. van der Pluym, P. Lievense & I. Schep (2004). Veerse Meer aan de Oosterschelde : toestand ecosysteem Veerse Meer vóór ingebruikname doorlaatmiddel. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee & Directie Zeeland, Middelburg, Rapport RIKZ/2004.007, 72 pp.
- IenM (2014). Ontwerp-stroomgebiedbeheerplan Schelde 2016-2021. Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Den Haag, december 2014, 82 pp.
- Informatiehuis Water (2014). Factsheets oppervlaktewater 2014.
www.waterkwaliteitsportaal.nl/Factsheets/Mei2014Publiek/Oppervlaktewater/factsheet_OW_80_Ministerie_van_Infrastructuur_en_Milieu_Rijkswaterstaat_2014-05-07-04-16-06.pdf

- Kamermans, P., J.M. Verschuure & H. Hummel (1999). Verspreiding en biomassa van de macro-algen in het Veerse Meer in 1999. *NIOO rapport 1999-3*, NIOO-CEME, Yerseke, 25 pp.
- Kemper, J.H. (2005). Haring en waterkwaliteit. *De Levende Natuur* 106: 14-17.
- Kemper, J.H. (2006). Biomassaschatting van de pelagische visstand in het Veerse Meer, mei 2006. VisAdvies BV, Utrecht, Projectnummer VA2006 27, 12 pp.
- Leewis, L., E.C. Verduin & J. Wanink (2015). Macrozoöbenthoonderzoek in de zoute Rijkswateren, Jaar-rapportage MWTL 2013, Waterlichamen: Delta (Oosterschelde, Westerschelde, Grevelingenmeer, Veerse Meer). 131 pp.
- Maas, H. & W. Oorthuysen (2012). Brondocument Waterlichaam Veerse Meer - Doelen en maatregelen rijkswateren Ministerie van IenM, Rijkswaterstaat, 2009 - Herziene versie 2012. Ministerie van IenM, Rijkswaterstaat, 95 pp.
- Maris, T., A. Bruens, L. Van Duren, J. Vroom, H. Holzhauer, M. De Jonge, S. Van Damme, A. Nolte, K. Kuijper, M. Taal, C. Jeuken, J. Kromkamp, B. Van Wesenbeeck, G. Van Ryckegem, E. Van den Bergh, S. Wijnhoven & P. Meire Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium, update 2014. Deltares, Universiteit Antwerpen, NIOZ, INBO, Delft, rapport nr 1209394, 362 pp.
- Meesters, H.W.G., R. ter Hofstede, I. De Mesel, J.A. Craeymeersch, C. Deerenberg, P.J.H. Reijnders, S.M.J.M. Brasseur & F. Fey (2009). De toestand van de zoute natuur in Nederland. Vissen, benthos en zeezoogdieren. *WettelijkeOnderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-rapport, IMARES*, Wageningen, WOt rapport 97, 97 pp.
- Pearson, T.H. & R. Rosenberg (1978). Macrobenthic Succession in Relation to Organic Enrichment and Pollution of the Marine Environment. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 16: 229-311.
- Peeters, J.C.H. & L. Peperzak (1990). Nutrient limitation in the North Sea: a bioassay approach. *Netherlands Journal of Sea Research* 26: 61-73.
- Pfaff-Wagenaar, M., P. Karels & A. Osté (2014). KRW-verkenning waterbodems. Verkenning waar waterbodempkwaliteit het bereiken van KRW-doelen kan belemmeren. CSO, Bunnik, Projectcode: ICR-252, februari 2014, 62 pp.
- Projectgroep MER Peilbesluit Veerse Meer (2007). Effecten van een hoger winterpeil. MER Peilbesluit Veerse Meer. Middelburg, maart 2007, 165 pp.
- Reise, K., E. Herre & M. Sturm (1989). Historical changes in the benthos of the Wadden Sea around the island of Sylt in the North Sea. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* 43: 417-433.
- Rijkswaterstaat (2006). Controle zwemwaterlocaties conform de Europese zwemwaterrichtlijn
- Schmidt, C.A., C. Cuypers, W.J. De Lange, J.J.E. Van Ormondt & K. Van Vliet (2003). Nader Onderzoek Kanaal door Walcheren. RIZA, Lelystad, rapport 2003.017, 114 pp.
- SOVON (2015). www.sovon.nl/nl/content/vogelsoorten.
- Strucker, R.C.W., M.S.J. Hoekstein & P.A. Wolf (2011). Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2010. Delta Project Management, Culemborg, RWS Waterdienst BM 11.11, 104 pp.
- Strucker, R.C.W., M.S.J. Hoekstein & P.A. Wolf (2014). Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2013. Delta Project Management, Vlissingen, RWS Centrale Informatievoorziening BM 14.12, 97 pp.
- Sullivan, B.K., T.D. Sherman, V.S. Damare, O. Lilje & F.H. Gleason (2013). Potential roles of *Labyrinthula* spp. in global seagrass population declines. *Fungal Ecology* 6: 328-338.
- Tangelder, M., K. Troost, D. Van den Ende & T.J.W. Ysebaert (2012). Biodiversity in a changing Oosterschelde: from past to present. *Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu*, Wageningen, WOTwerkdokument 288, 52 pp.
- Van Avesaath, P., O.J.A. Van Hoesel & H. Hummel (2006). Verspreiding van abundante macro-algen in het Veerse Meer 2006. *Monitor Taskforce Publication Series*, NIOO-CEME, Monitor Taakgroep, Yerseke, Monitor Taskforce Publication Series 2006-06.
- Van Avesaath, P., A. Engelberts & H. Hummel (2007). Verspreiding van macro-algen en zeegrassen in het Veerse Meer 2007. *Monitor Taskforce Publication Series*, NIOO-CEME, Monitor Taakgroep, Yerseke, Monitor Taskforce Publication Series 2007-14, 14 pp.
- Van Avesaath, P., A. Engelberts, M. Bergmeijer, O.A. van Hoesel & H. Hummel (2008a). Verspreiding van abundante macro-algen in het Veerse Meer 2008. *Monitor Taskforce Publication Series*, NIOO-CEME, Monitor Taakgroep, Yerseke, Monitor Taskforce Publication Series 2008-9, 18 pp.
- Van Avesaath, P., A. Engelberts, O.A. van Hoesel & H. Hummel (2009a). Verspreiding van abundante macro-algen in het Veerse Meer 2009. *Monitor Taskforce Publication Series*,

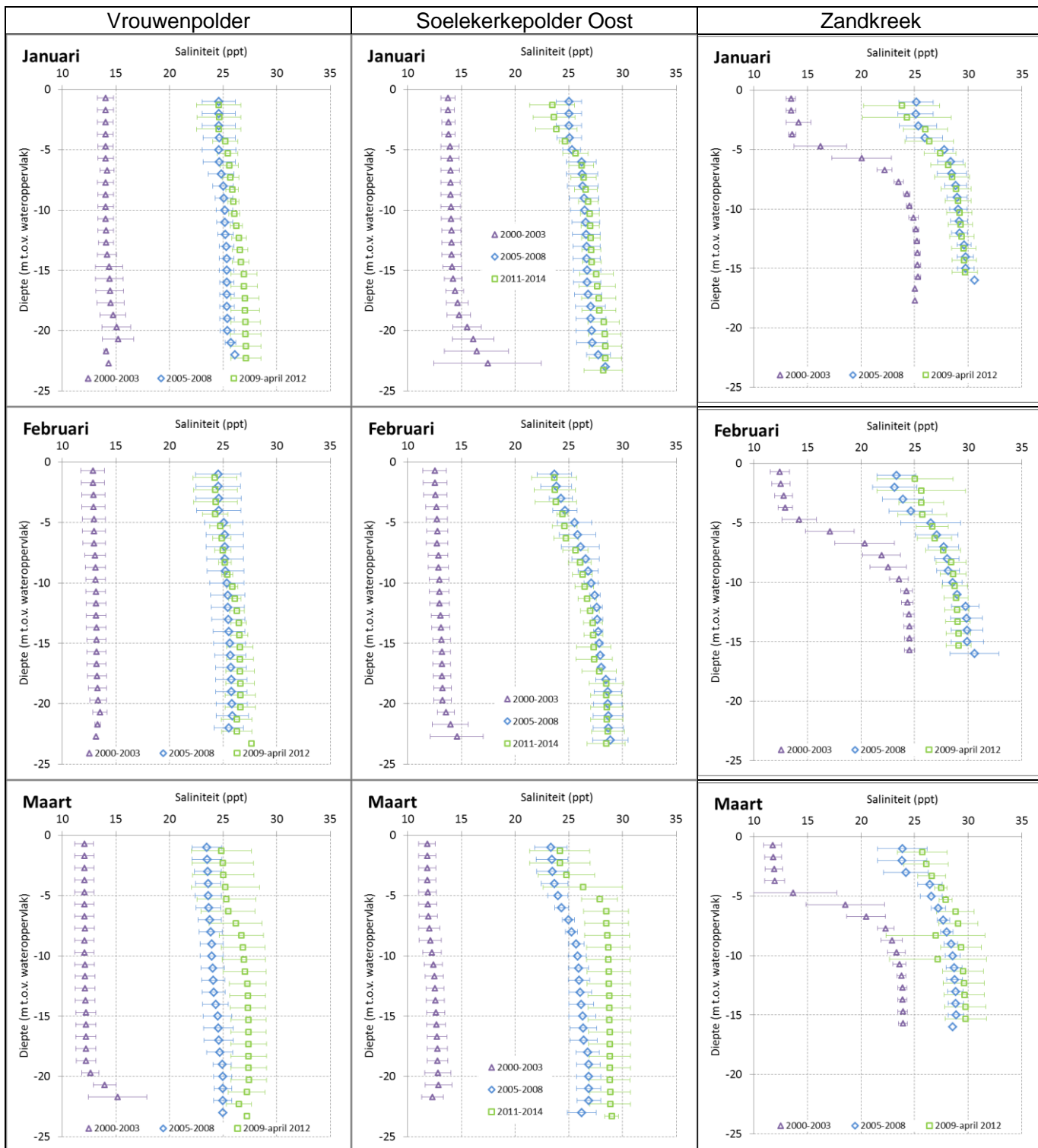
- NIOO-CEME, Monitor Taakgroep, Yerseke, Monitor Taskforce Publication Series 2009-7, 18 pp.
- Van Avesaath, P., A. Engelberts & O.H.H. van Hoesel (2009b). Verspreiding van Japanse oesters in het Veerse Meer 2009. *Monitor Taskforce Publication Series*, NIOO-CEME, Monitor Taakgroep, Yerseke, Monitor Taskforce Publication Series 2009-8, 15 pp.
- Van Avesaath, P., A. Engelberts & H. Hummel (2011a). Verspreiding van abundante macro-algen in het Veerse Meer 2011. *Monitor Taskforce Publication Series*, NIOO-CEME, Monitor Taakgroep, Yerseke, Monitor Taskforce Publication Series 2011-7.
- Van Avesaath, P., A. Engelberts, O.J.A. Van Hoesel, A. Verburg & H. Hummel (2011b). Verspreiding van Japanse oesters in het Veerse Meer 2011. *Monitor Taskforce Publication Series*, NIOO-CEME, Monitor Taakgroep, Yerseke, Monitor Taskforce Publication Series 2011-12.
- Van Avesaath, P., A. Engelberts & H. Hummel (2013a). Japanse oesters in het Veerse Meer; Haalbaarheidsstudie lokale verwijdering van Japanse oesters om overlast voor waterrecreatie te verminderen. *Monitor Taskforce Publication Series*, NIOZ, Monitor Taakgroep, Yerseke, Monitor Taskforce Publication Series 2013-18.
- Van Avesaath, P., A. Engelberts & H. Hummel (2013b). Verspreiding van abundante macro-algen in het Veerse Meer 2013. *Monitor Taskforce Publication Series*, NIOZ, Monitor Taakgroep, Yerseke, Monitor Taskforce Publication Series 2013-14.
- Van Avesaath, P., A. Engelberts & H. Hummel (2014a). Verspreiding van abundante macro-algen in het Veerse Meer 2014. *Monitor Taskforce Publication Series*, NIOZ, Monitor Taakgroep, Yerseke, Monitor Taskforce Publication Series 2014-11.
- Van Avesaath, P., A. Engelberts & H. Hummel (2014b). Verspreiding van Japanse oesters in het Veerse Meer, 2014. (met speciale aandacht voor de waterrecreatielocaties). NIOZ, Monitor Taakgroep, Monitor Taskforce Publication Series Monitor Taskforce Publication Series 2014-11.
- Van Avesaath, P., A. Engelberts & H. Hummel (in prep). De ontwikkeling van de kwalenpopulatie in het Veerse Meer 2012-2014.
- Van Avesaath, P.H., O.J.A. van Hoesel & H. Hummel (2005). Verspreiding van zee gras en zeesla op de drooggevallen gebieden van het Veerse Meer winterpeil 2005 - Quick Scan mogelijke gevolgen voor stankoverlast. *Monitor Taskforce Publication Series*, NIOO-CEME, Monitor Taakgroep, Yerseke, Monitor Taskforce Publication Series 2005-01, 30 pp.
- Van Avesaath, P.H., A. Engelberts, M. Bergmijer, O.A. van Hoesel & H. Hummel (2008b). Verspreiding van Japanse oesters in het Veerse Meer 2008. *Monitor Taskforce Publication Series*, NIOO-CEME, Monitor Taakgroep, Yerseke, Monitor Taskforce Publication Series 2008-8, 17 pp..
- Van der Molen, D.T., R. Pot, C.H.M. Evers & L.L.J. Van Nieuwerburgh, Eds. (2012). *Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2023*. STOWA, Amersfoort, Rapportnummer 2012-31, 378 pp.
- Van der Sluis, M.T., H.M.J. Van Overzee, N.S.H. Tien, M. De Graaf, B. Griffioen, O.A. Van Keeken, E. Van Os-Koomen, A.D. Rippen, J.A.M. Wiegerinck & K.E. van de Wolfshaar (2014). Toestand vis en visserij in de zoete Rijkswateren Deel II: Methoden. IMARES, IJmuiden, C175/14, 83 pp.
- Veldhuizen, R. & C. Roodhart (2014). Natura 2000-ontwerpbeheerplan Deltawateren 2015-2021. 5e concept. Royal HaskoningDHV, 57 pp.
- VenW (2007). Peilbesluit Veerse Meer. 8 oktober 2007, pp.
- Wattel, G. (1994). Veerse Meer Evaluatie systeemontwikkeling Periode 1988 - 1993. Rijksinstituut voor kust en zee/RIKZ, Middelburg, RIKZ-94.046, 45 pp.
- Wetsteijn, L.P.M.J. (2011). Grevelingenmeer: meer kwetsbaar? Een beschrijving van de ecologische ontwikkelingen voor de periode 1999 t/m 2008-2010 in vergelijking met de periode 1990 t/m 1998. RWS Waterdienst, Lelystad, 7 januari 2011, 163 pp.
- WHO (2003). Guidelines for safe recreational water environments. Volume 1 – coastal and fresh waters.
- Wiegerinck, J.A.M., De Boois, I.J., Van Keeken, Van Willigen, O.A., J. (2011). Jaarrapportage Passieve Vismonitoring Zoete Rijkswateren: fuik- en zalmsteekregistraties in 2010. IMARES, IJmuiden, rapport BM11.07, 66 pp.

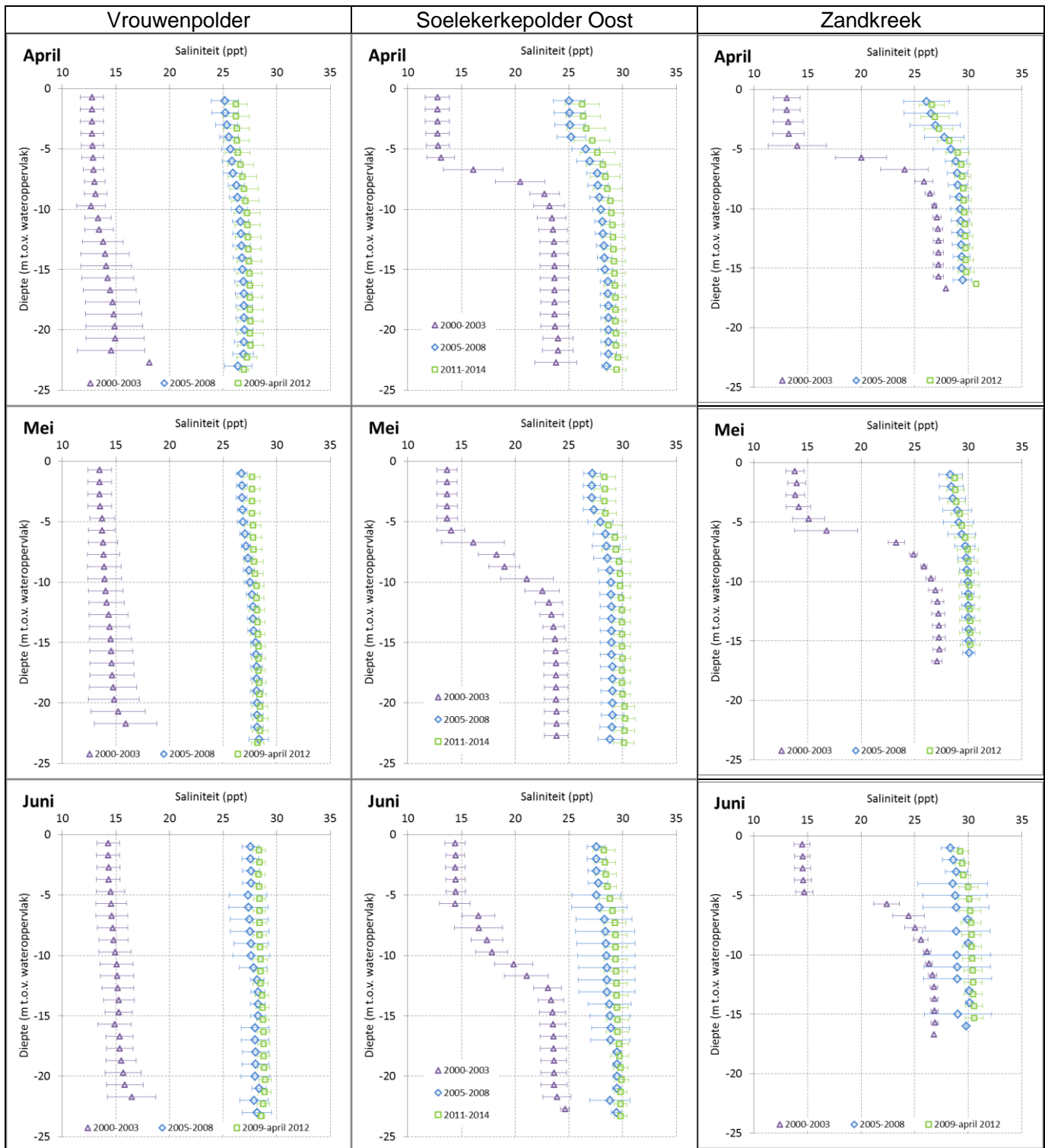
Wijnhoven, S. & H. Hummel (2009). Historische analyse exoten in de Zeeuwse delta. . NIOO-CEME, Yerseke, Monitor Taskforce Publication Series 2009 – 11, 192 pp.

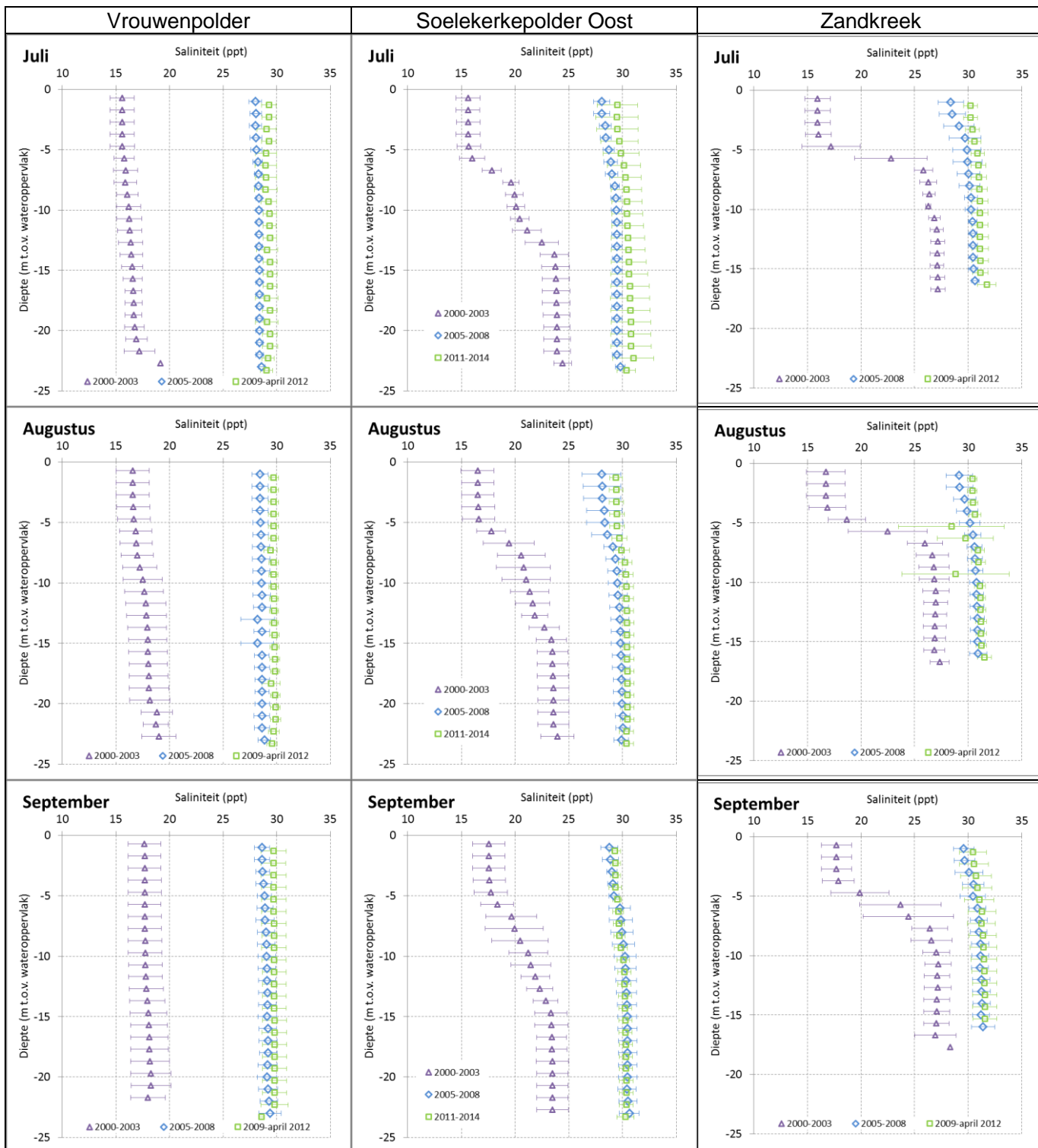
A Stratificatie en zuurstof in de waterkolom

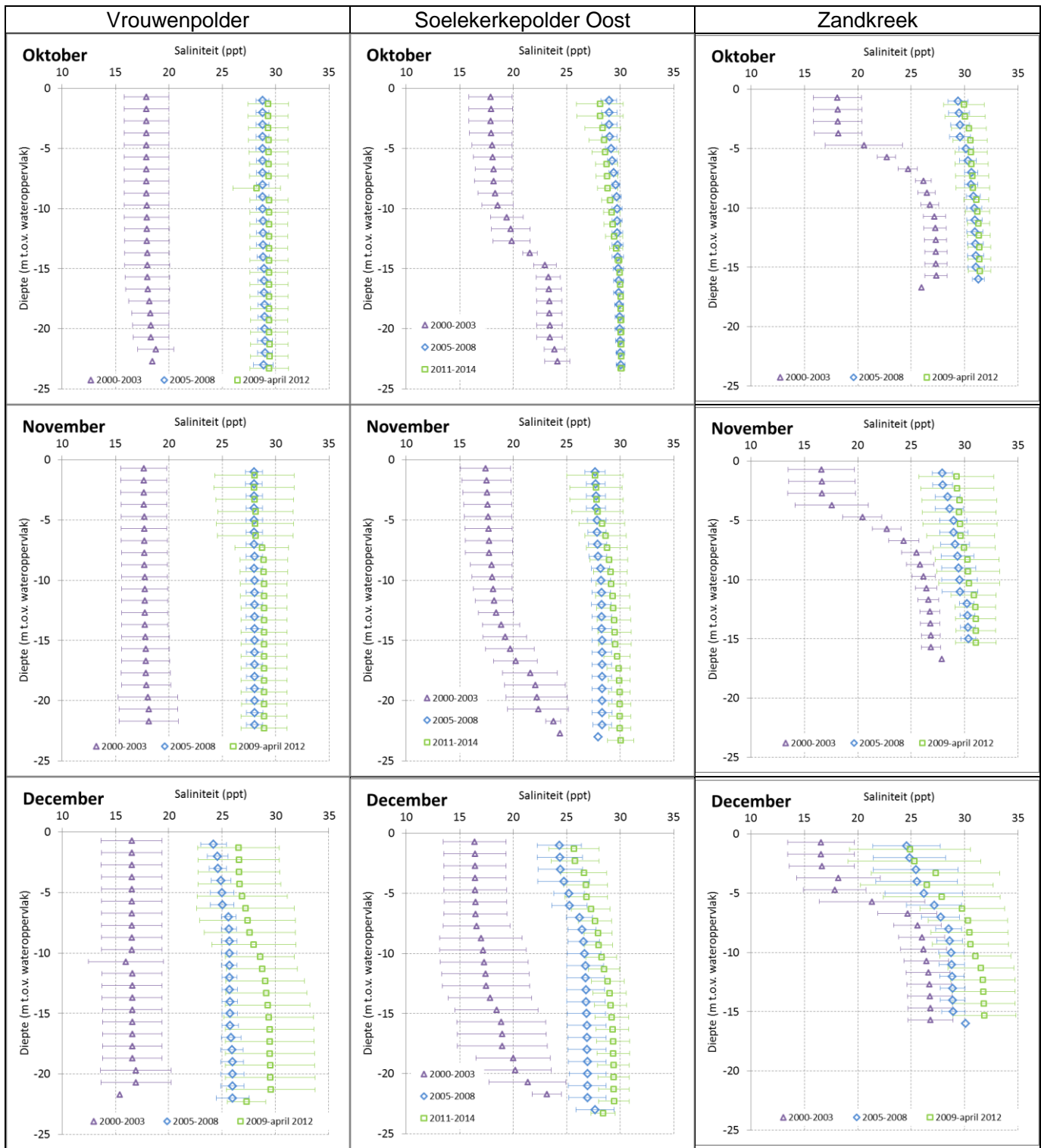
Verticale profielen van saliniteit, temperatuur en zuurstofconcentratie

Figuur A.1 Verticale profielen van temperatuur (°C) – gemiddelde en standaarddeviatie op TSO-locaties Vrouwenpolder, Soelekerkepolder Oost en Zandkreek

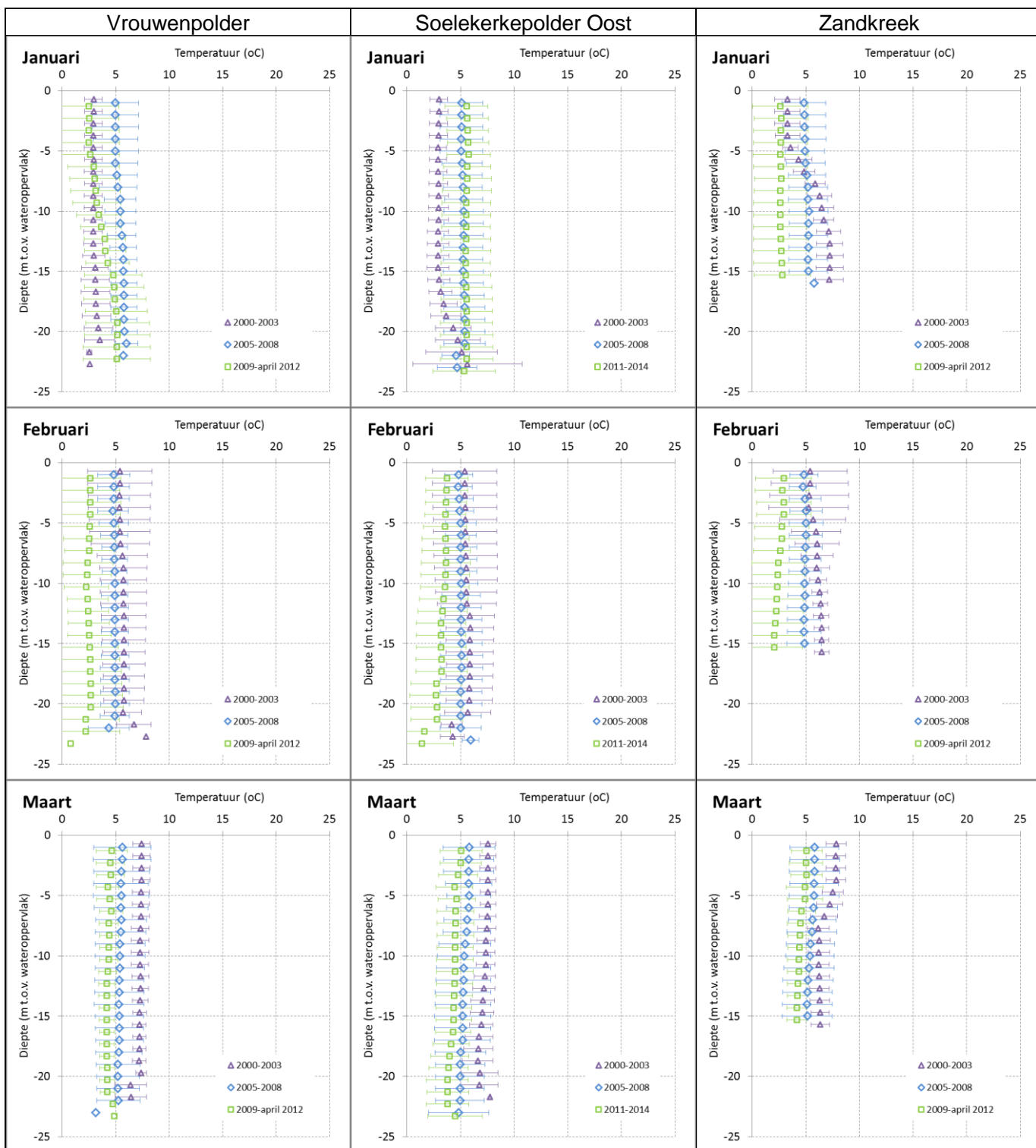


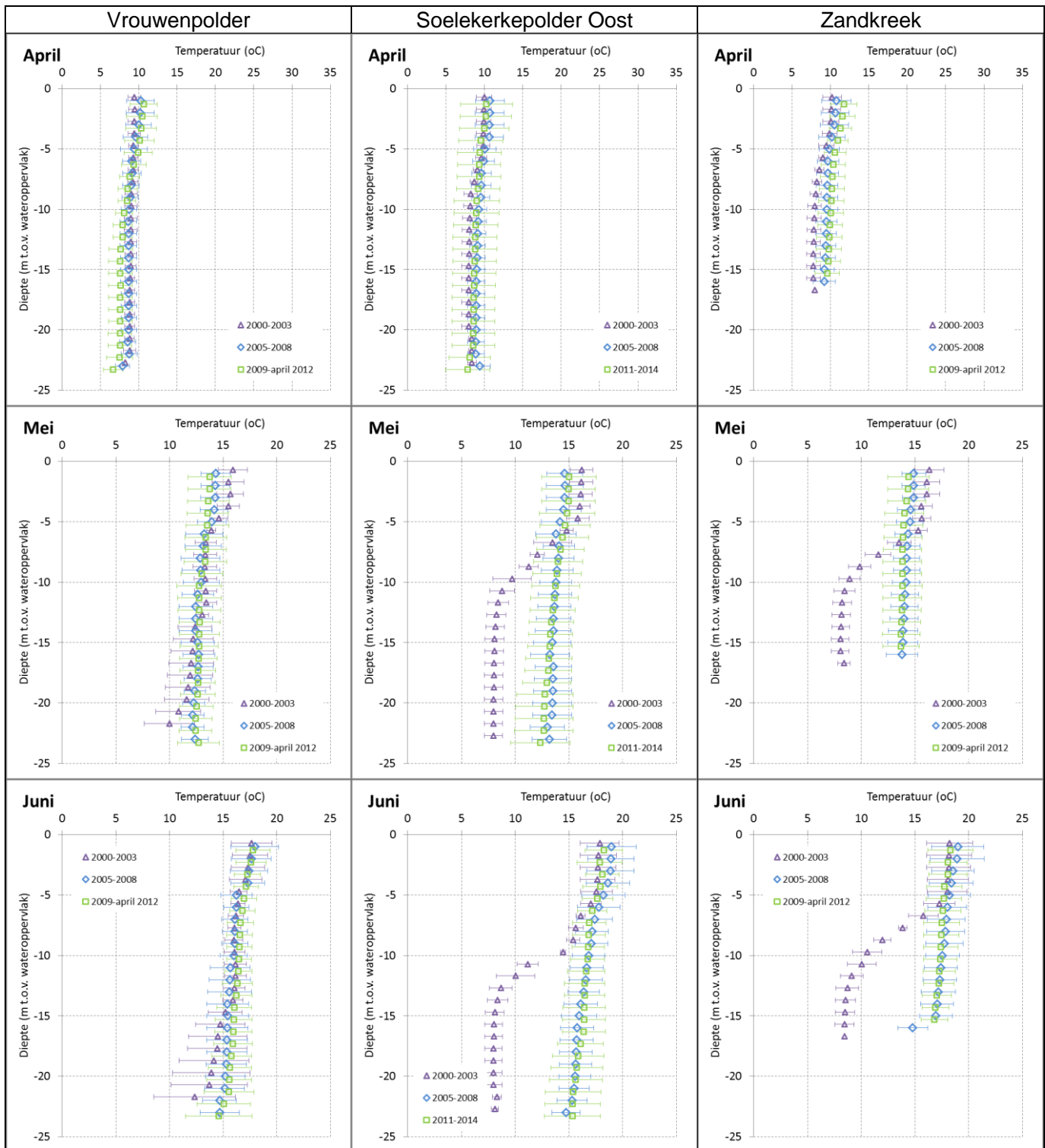


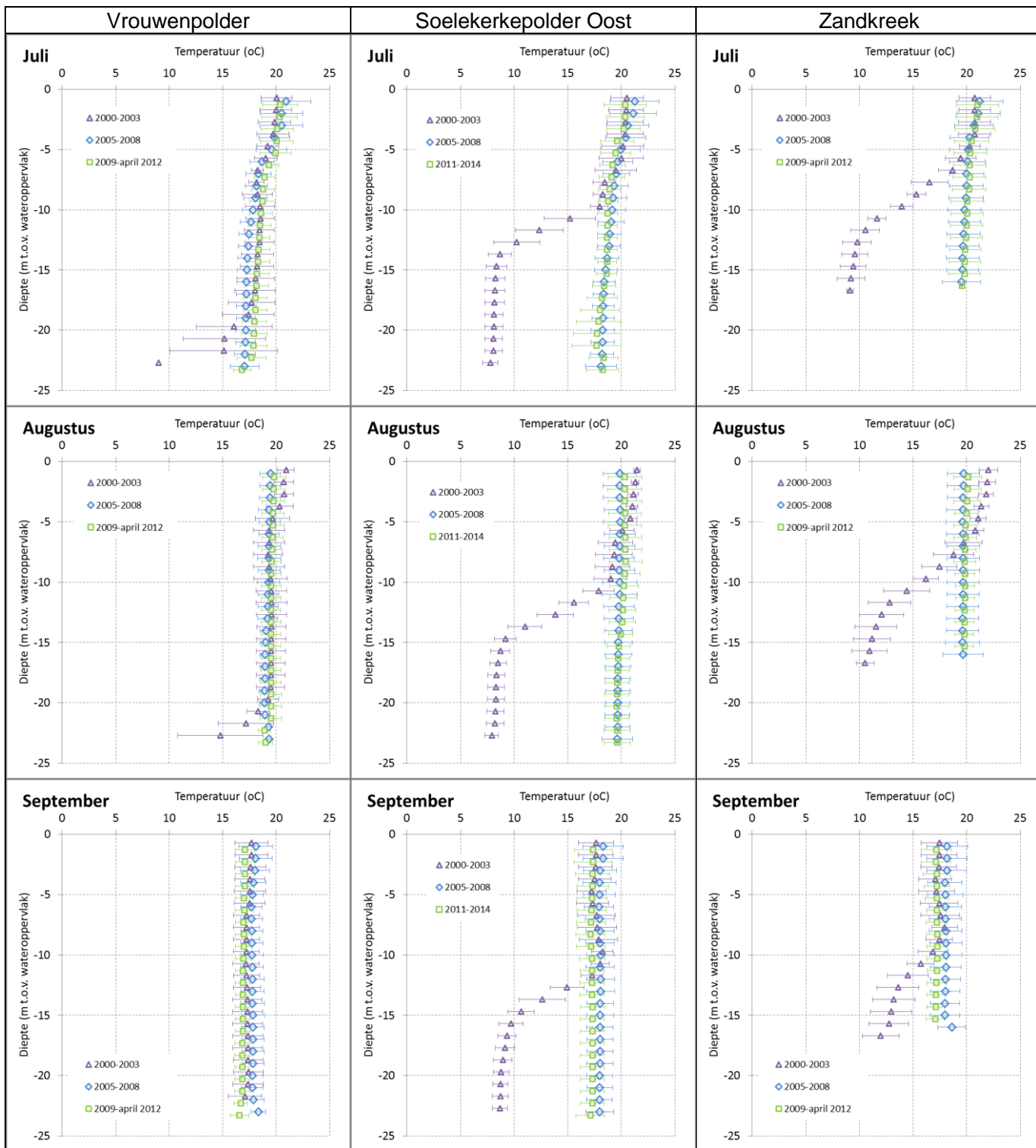


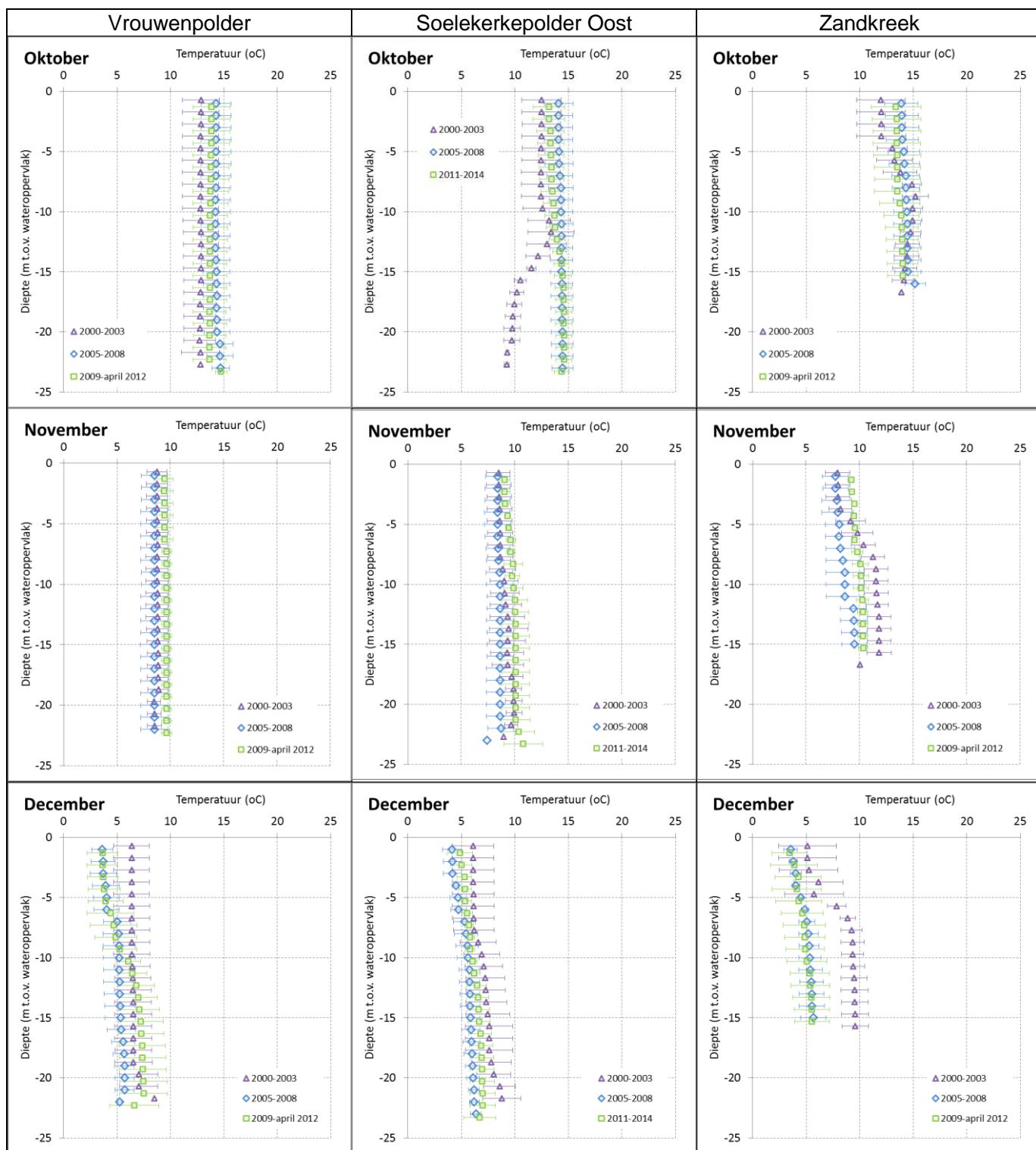


Figuur A.2 Verticale profielen van temperatuur (°C) – gemiddelde en standaarddeviatie op TSO-locaties Vrouwenpolder, Soelekerkepolder Oost en Zandkreek

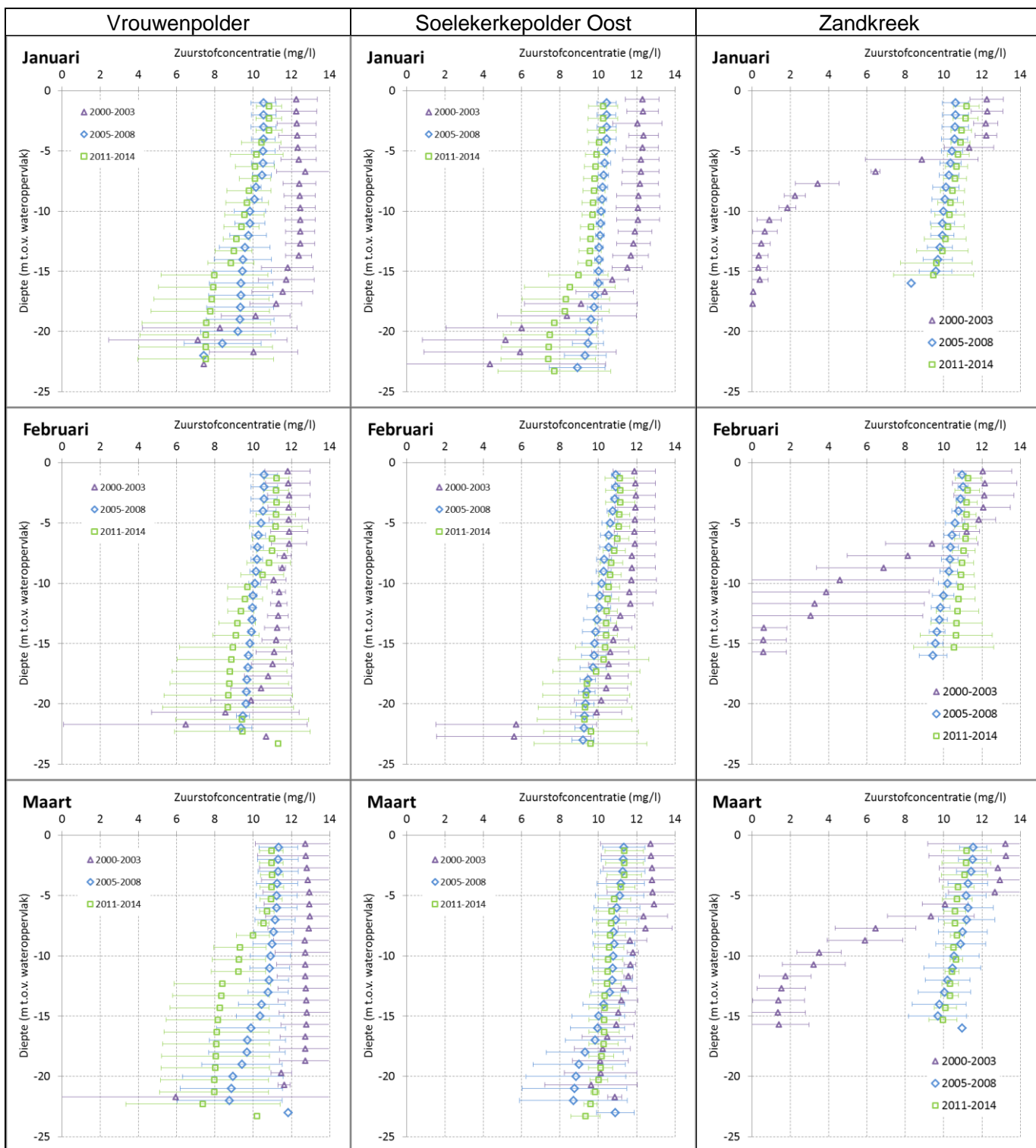


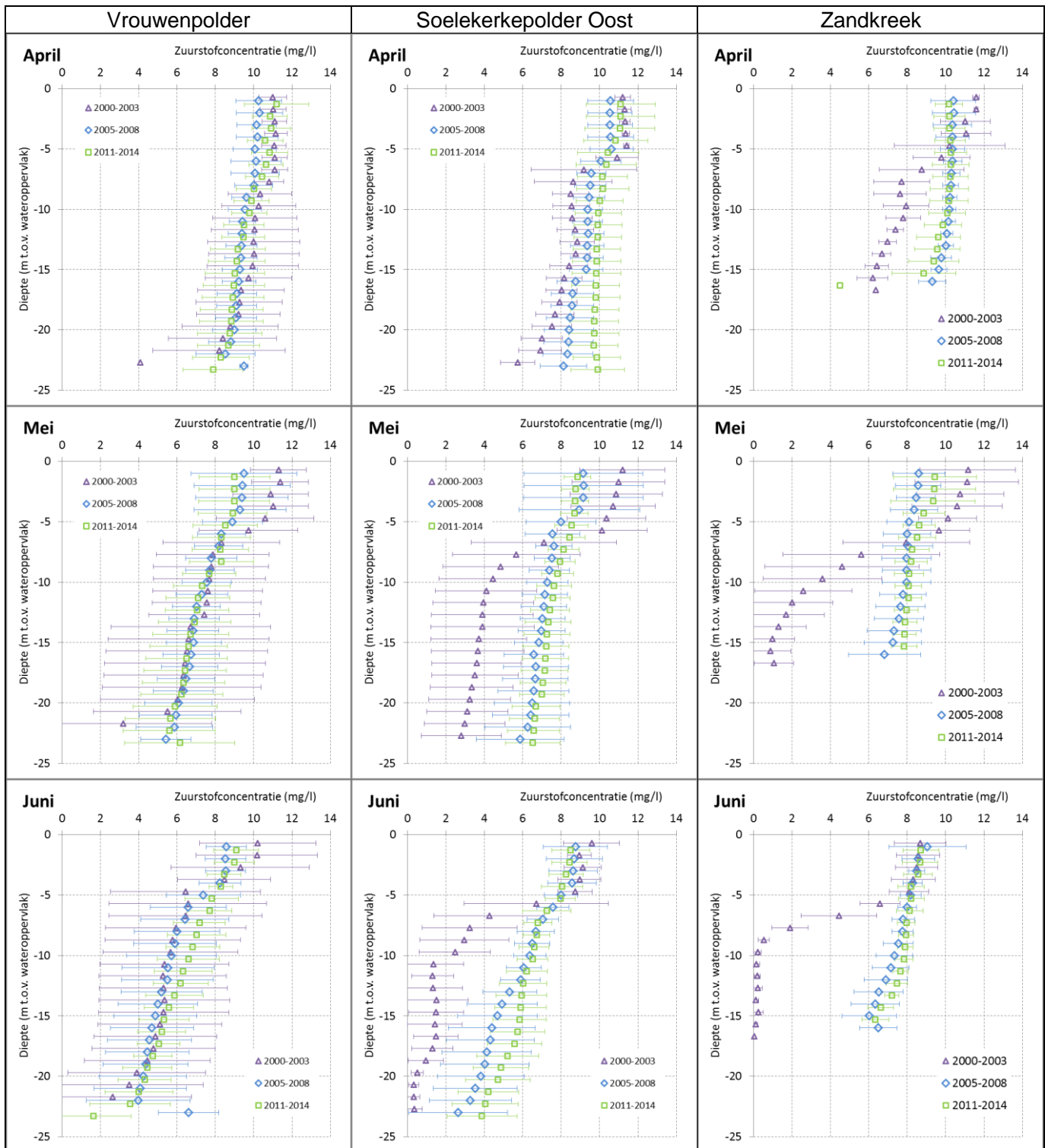


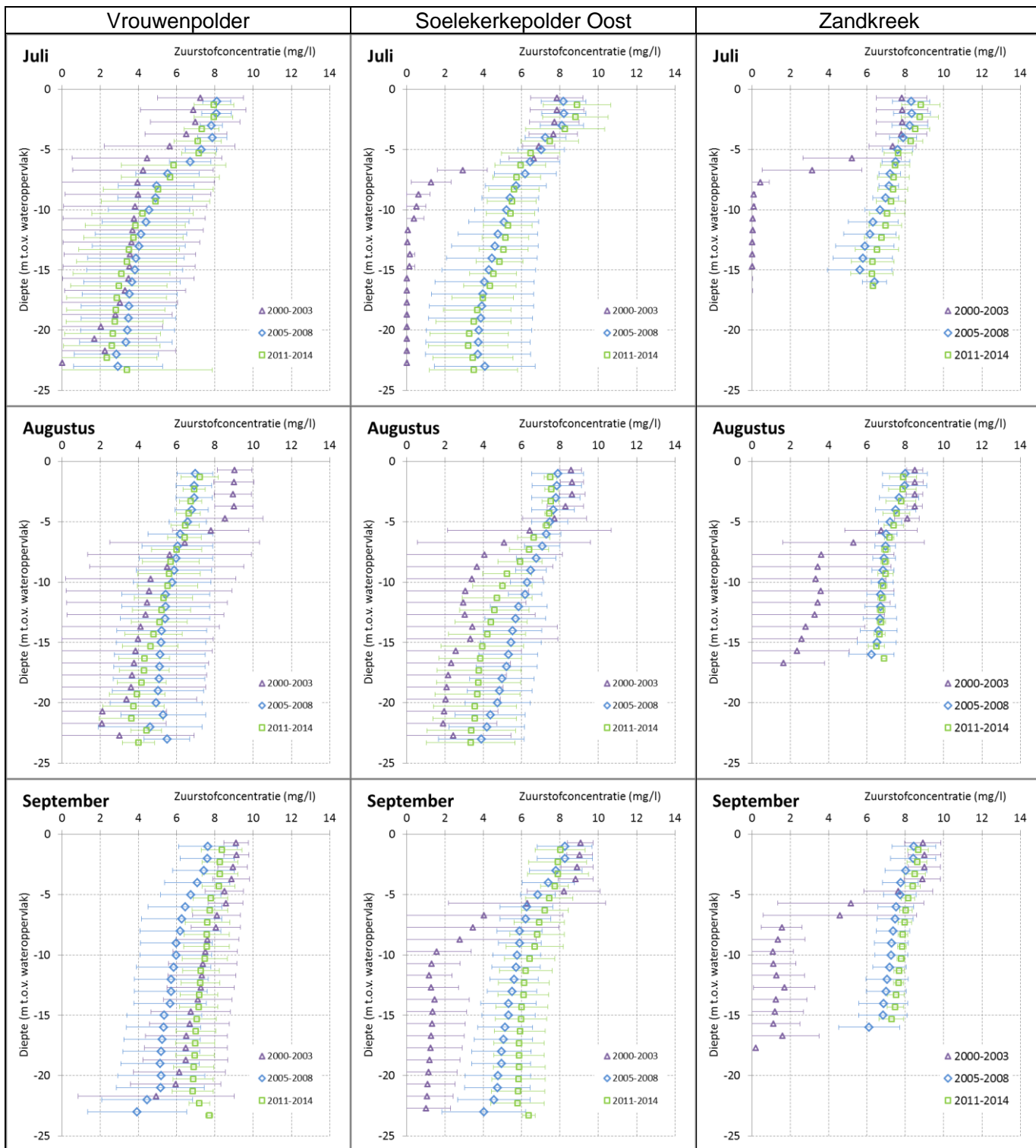


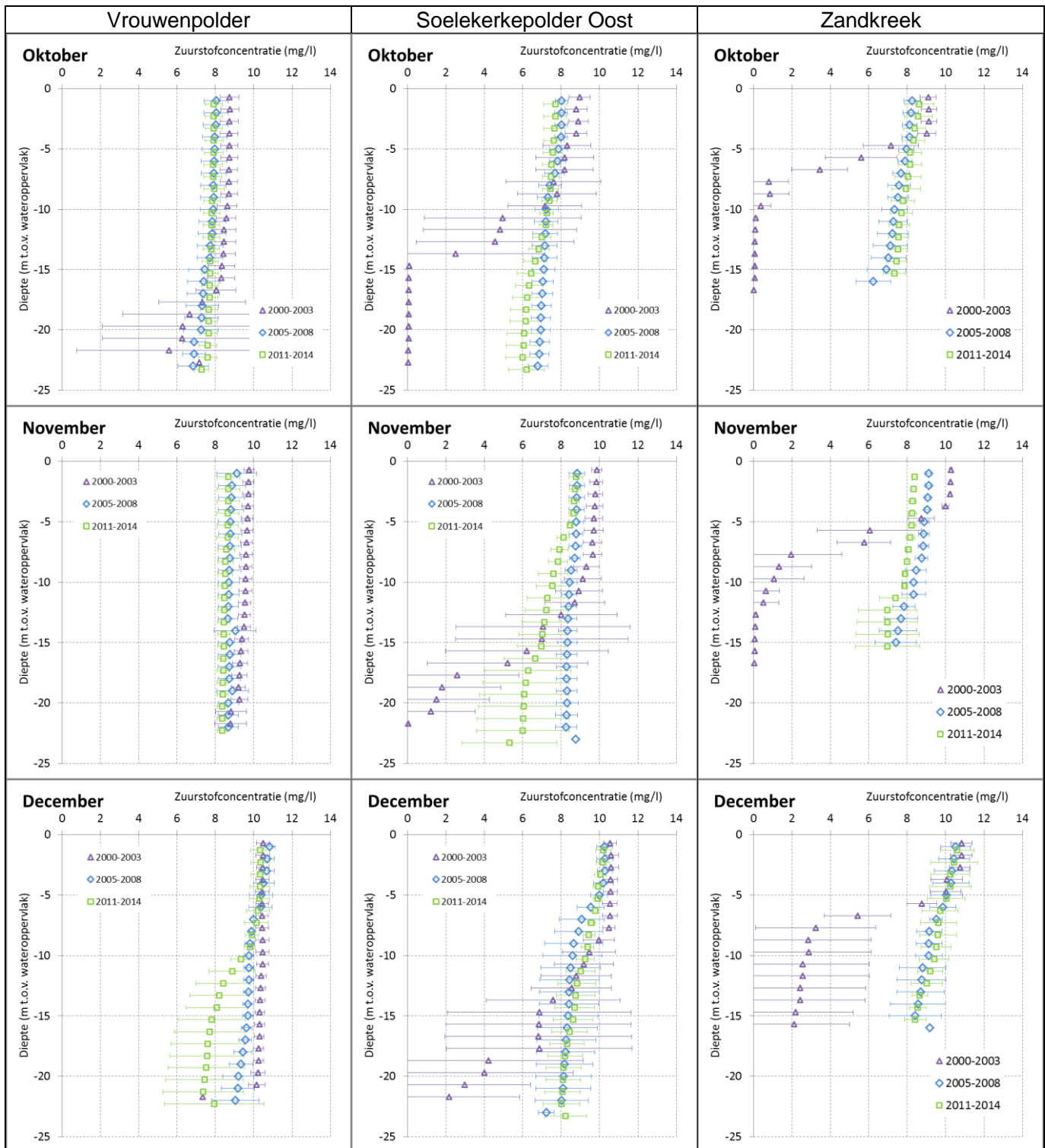


Figuur A.3 Verticale profielen van de zuurstofconcentratie (mg/l) – gemiddelde en standaarddeviatie op TSO-locaties Vrouwenpolder, Soelekerkepolder Oost en Zandkreek

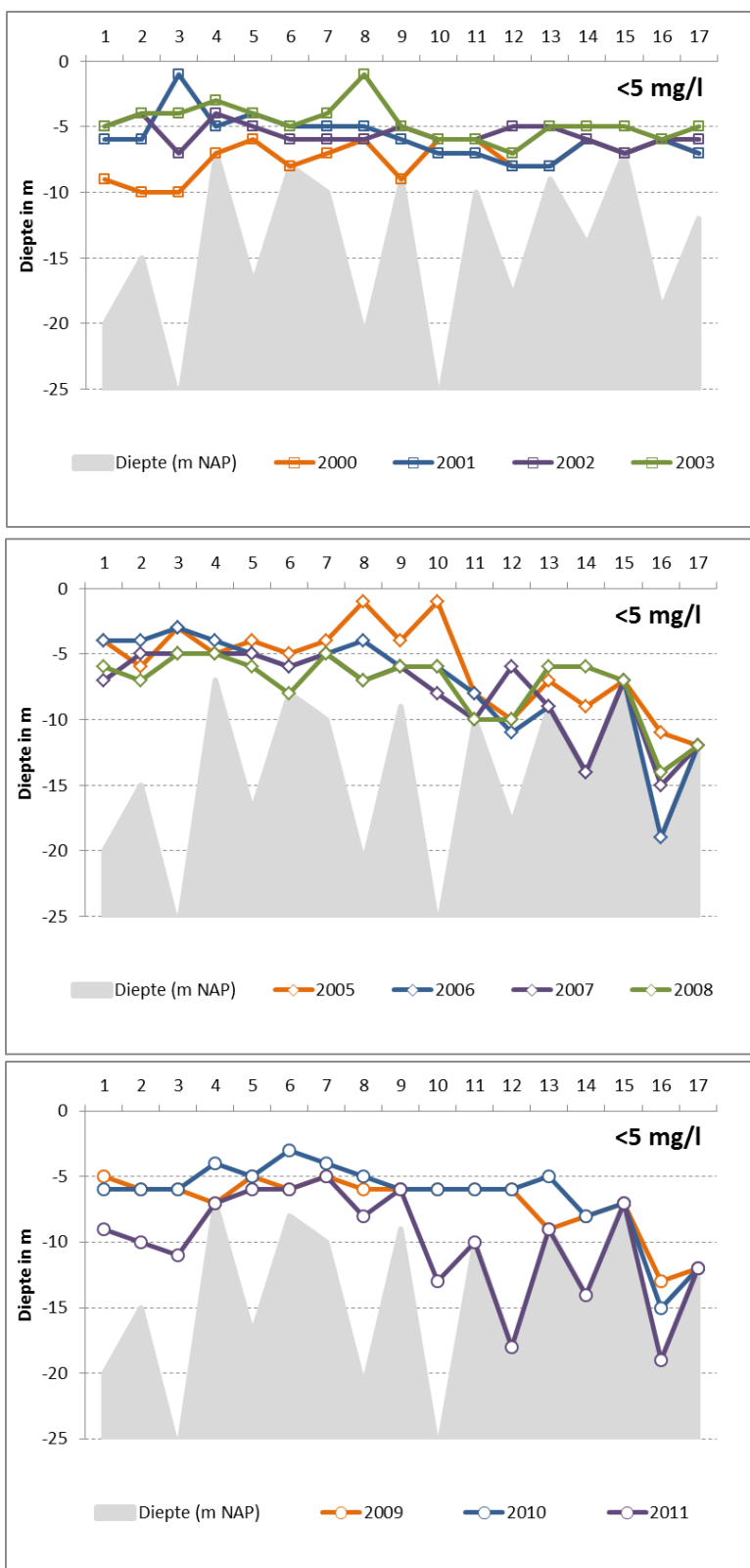




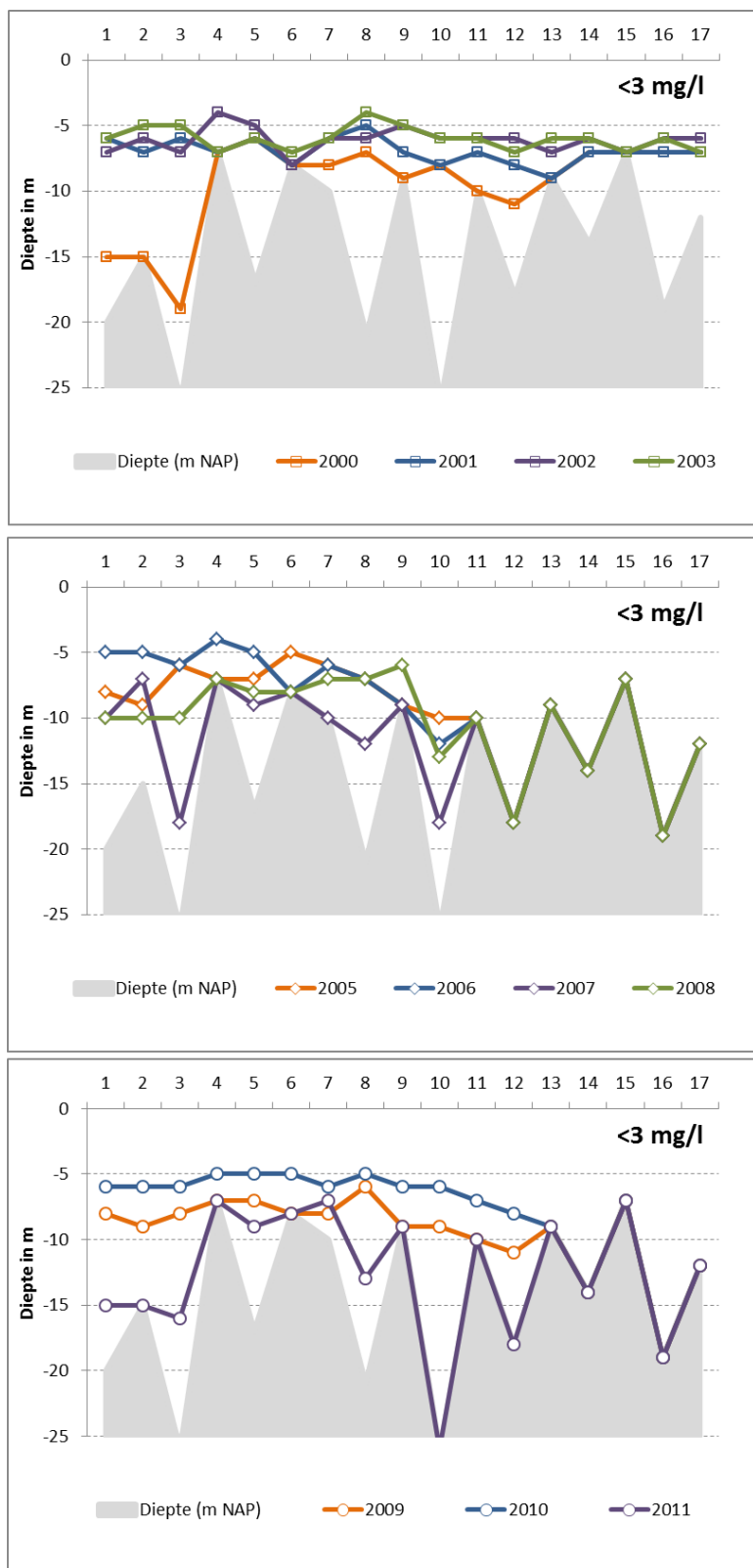




B Diepte van zuurstofuitputting



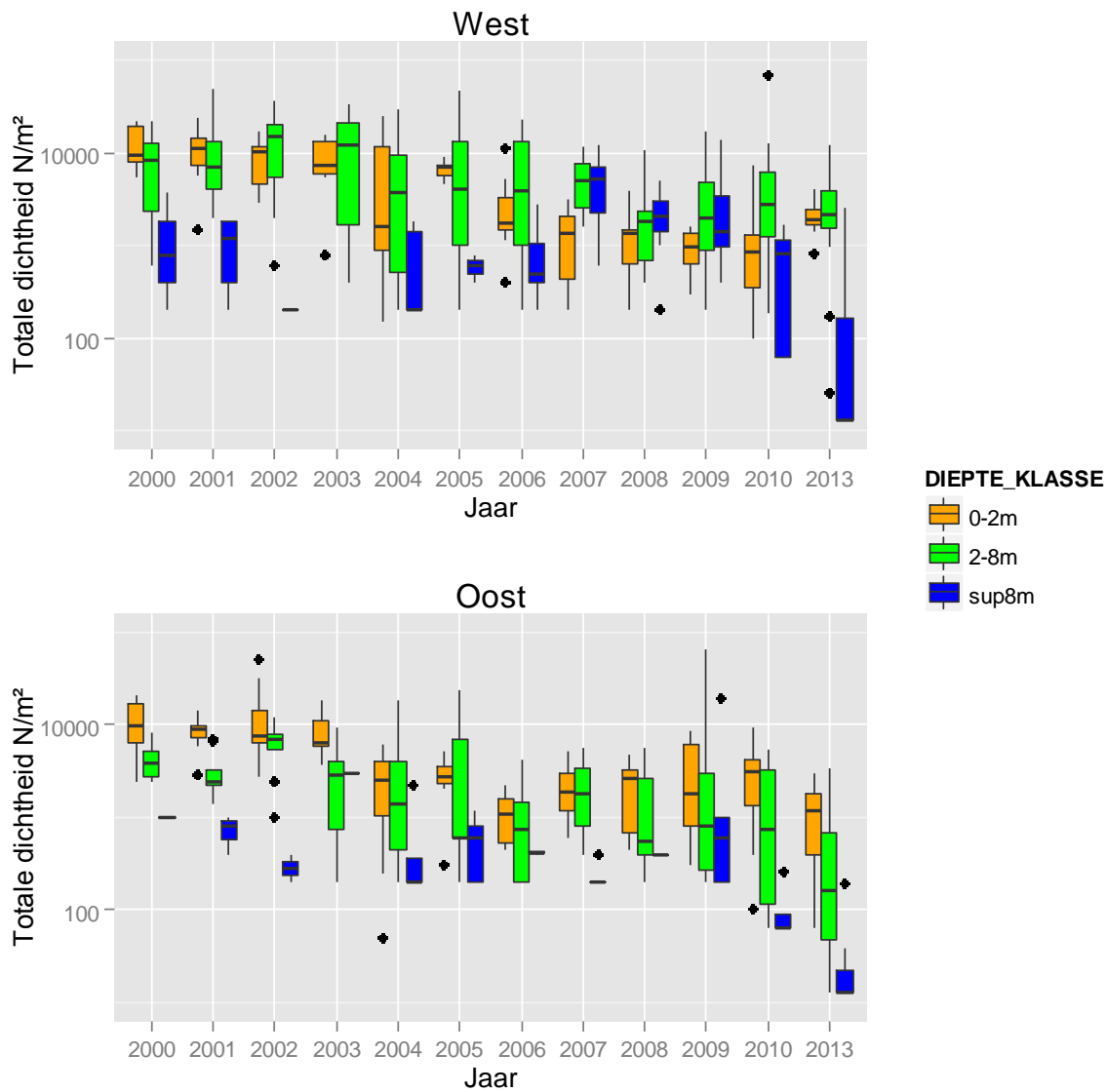
Figuur B.1 Diepte van zuurstofconcentratie <5 mg/l op de TSO-locaties (zie kaart in Figuur 6.1). De lijnen geven per jaar de minimale diepte waarop een zuurstofconcentratie <5 mg/l is waargenomen. Het grijze gebied geeft de bodemdiepte weer.



Figuur B.2 Diepte van zuurstofconcentratie $<3 \text{ mg/l}$ op de TSO-locaties (zie kaart in Figuur 6.1). De lijnen geven per jaar de minimale diepte waarop een zuurstofconcentratie $<5 \text{ mg/l}$ is waargenomen. Het grijze gebied geeft de bodemdiepte weer.

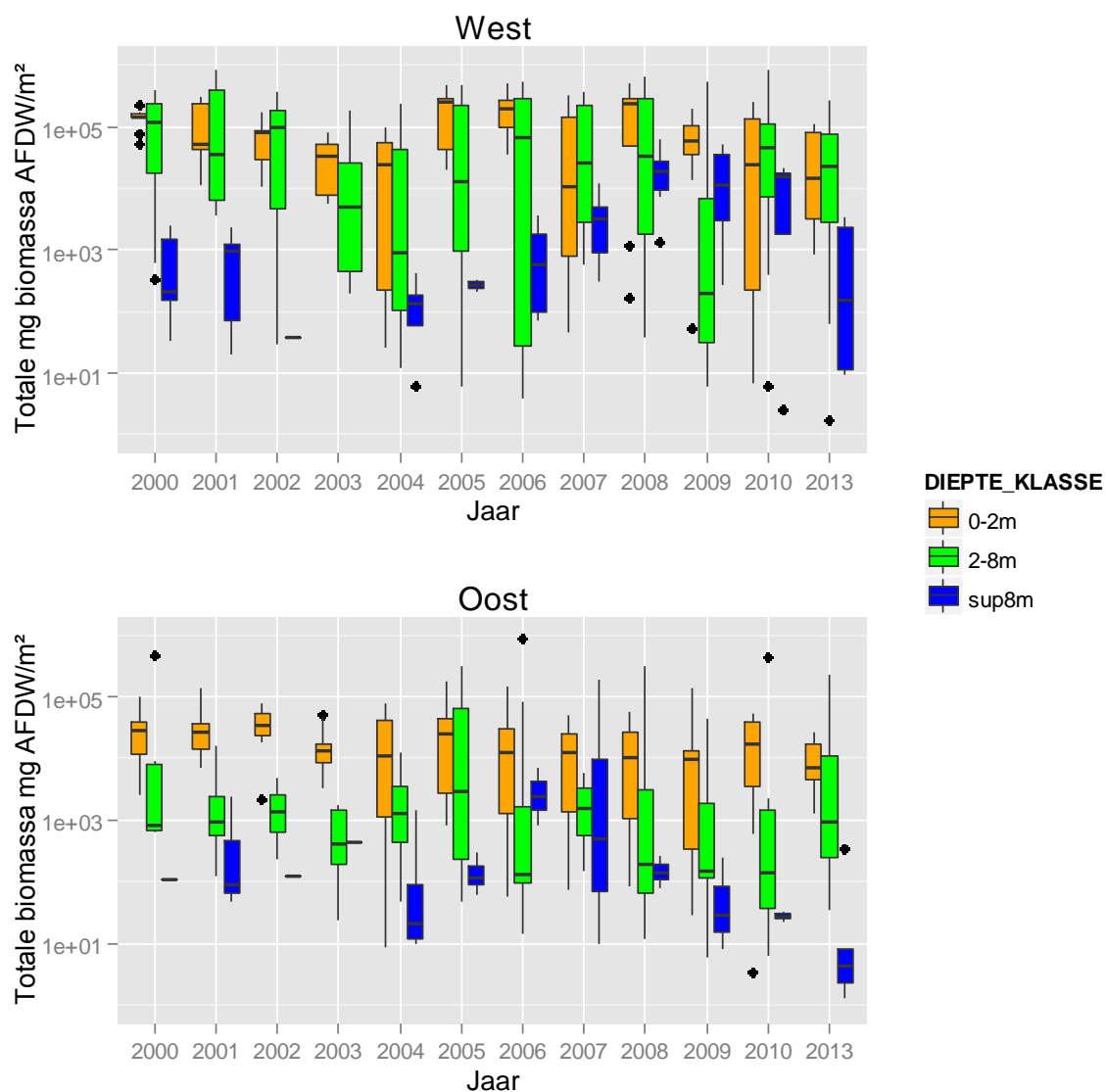
C Bodemdieren op zacht substraat

Dichtheid



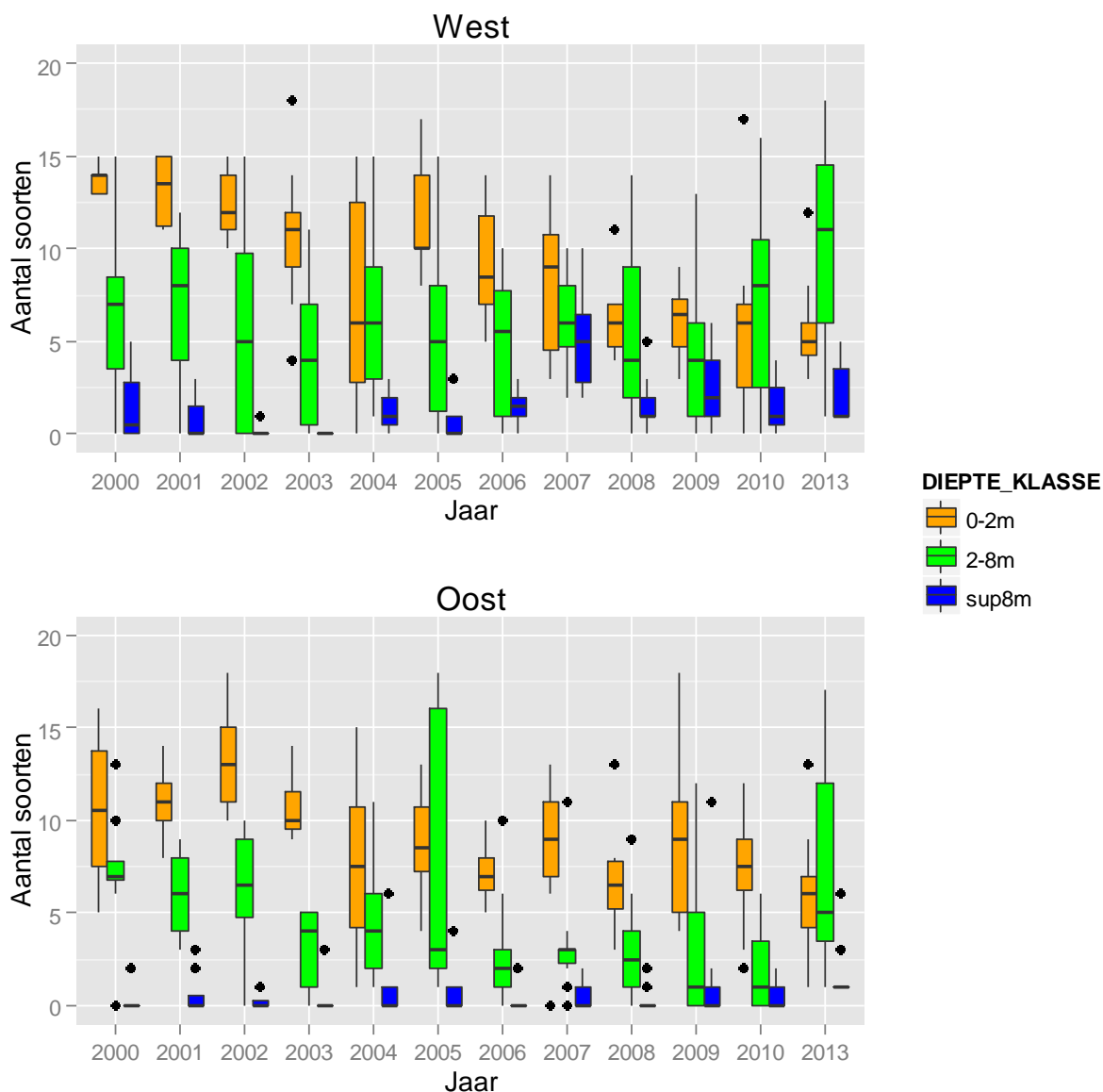
Figuur C.1 Totale bodemdieren dichtheid N/m² tussen 2000 en 2013 (najaar) in het westelijk en oostelijk gebied op de drie dieptestrata 0-2m, 2-8m en >8m . De middellijn binnen de box toont de mediaan (50-percentiel); de box zelf geeft het gebied tussen de 25- en 75-percentielen (de "interquartile range" IQR). De boven- en onderliggende staafjes ('whiskers') geven de waarnemingen vanaf de 25- en 75-percentielen binnen een afstand van 1,5 x IQR; buiten dit bereik zijn de waarnemingen weergegeven als punten.

Biomassa



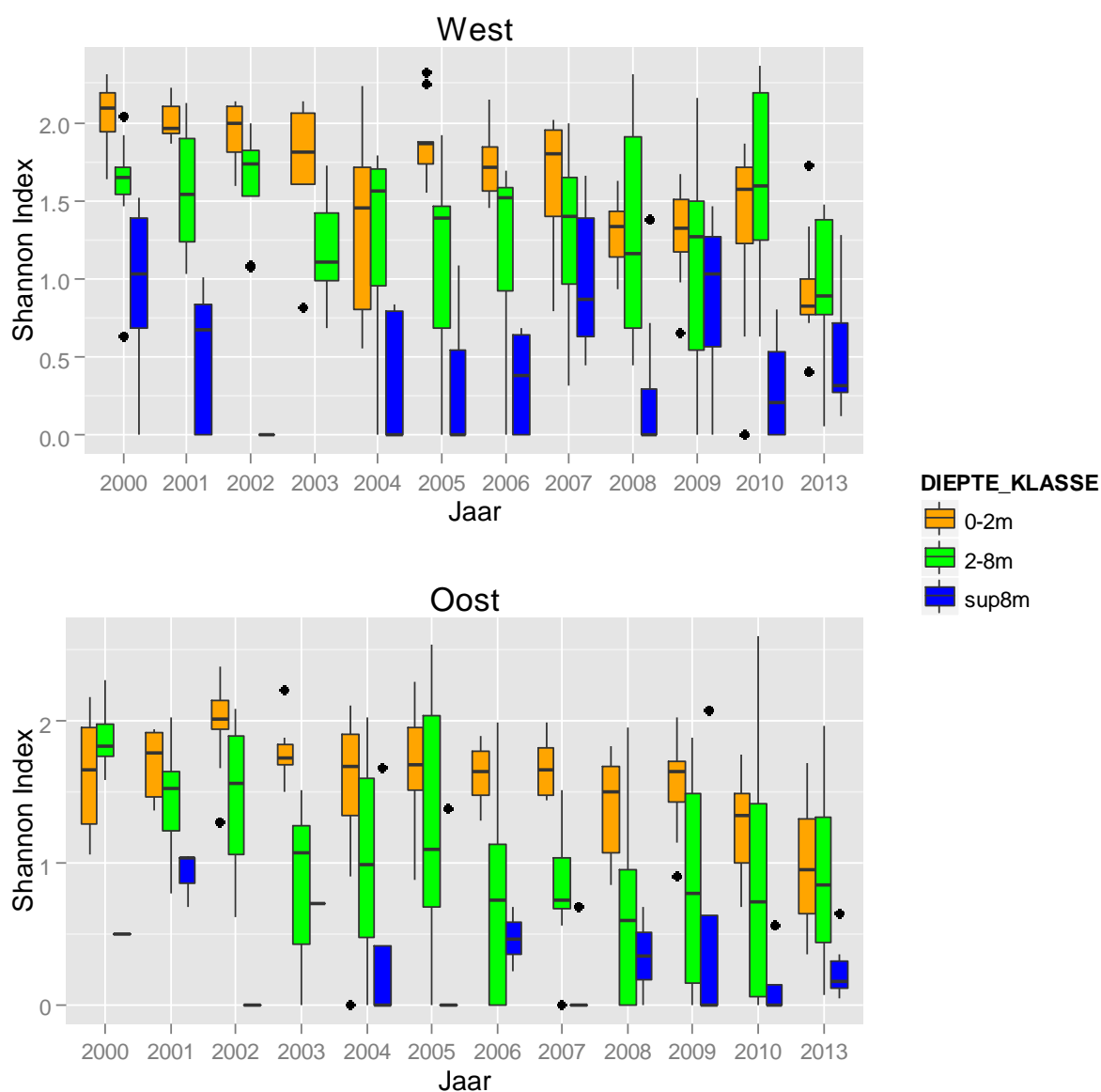
Figuur C.2 Totale bodemdieren biomassa mg AFDW/m² tussen 2000 en 2013 (najaar) in het westelijk en oostelijk gebied op de drie dieptestrata 0-2m, 2-8m en >8m. Voor nadere uitleg van de box-plots, zie Figuur B.1

Aantal soorten



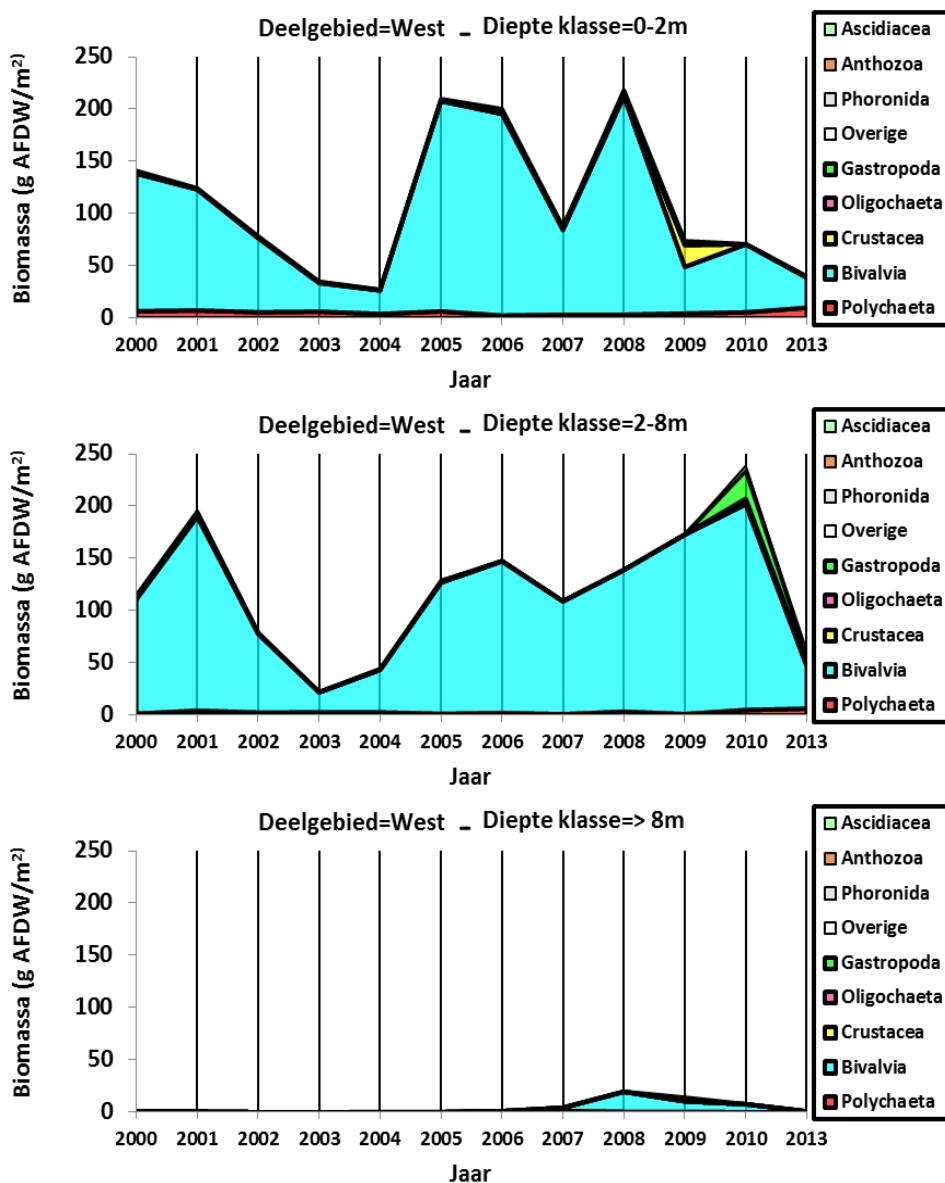
Figuur C.3 Aantal soorten tussen 2000 en 2013 (najaar) in het westelijk en oostelijk gebied op de drie dieptestrata 0-2m, 2-8m en >8m. Voor nadere uitleg van de box-plots, zie Figuur B.1

Shannon index (soortendiversiteit)

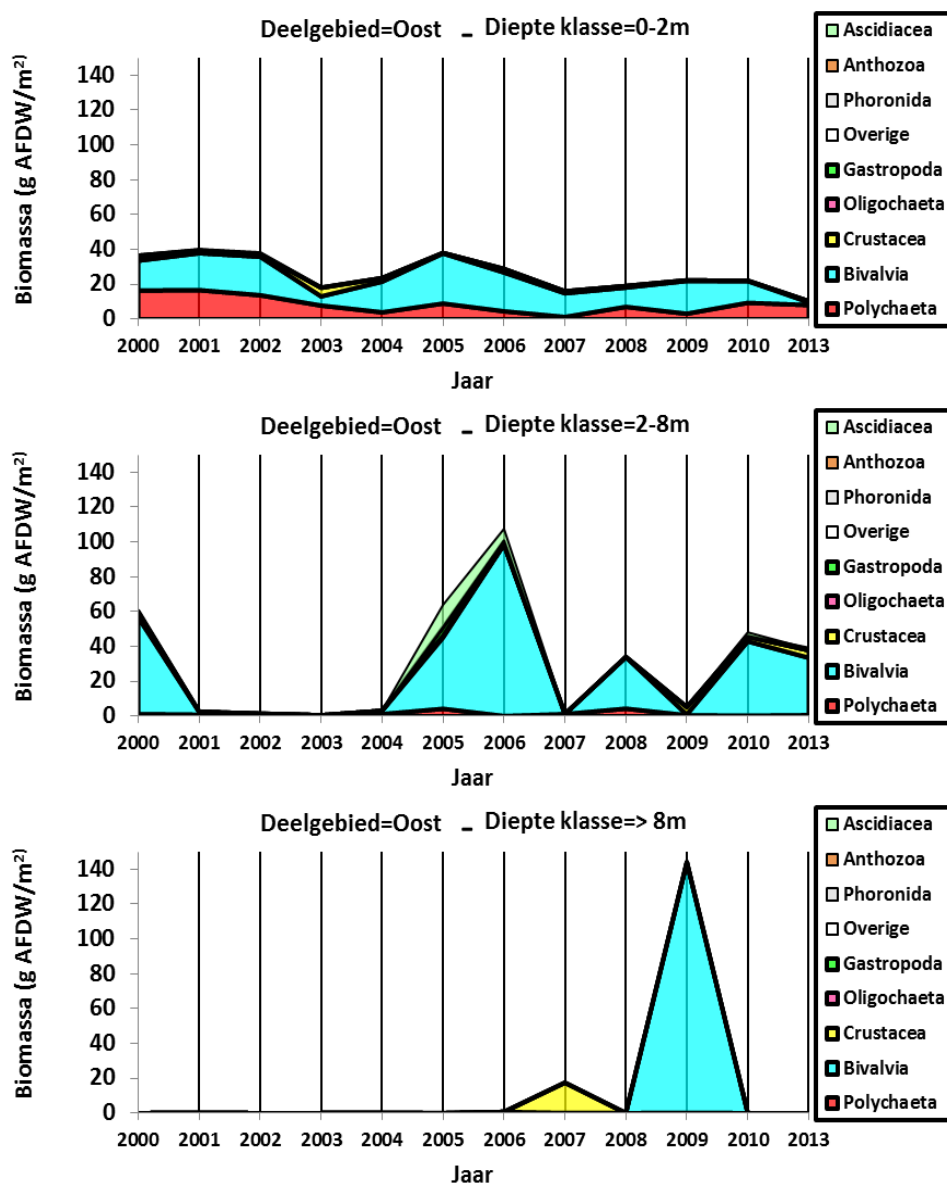


Figuur C.4 Aantal soorten tussen 2000 en 2013 (najaar) in het westelijk en oostelijk gebied op de drie dieptestrata 0-2m, 2-8m en >8m. Voor nadere uitleg van de box-plots, zie Figuur B.1

Biomassa per taxonomische groep

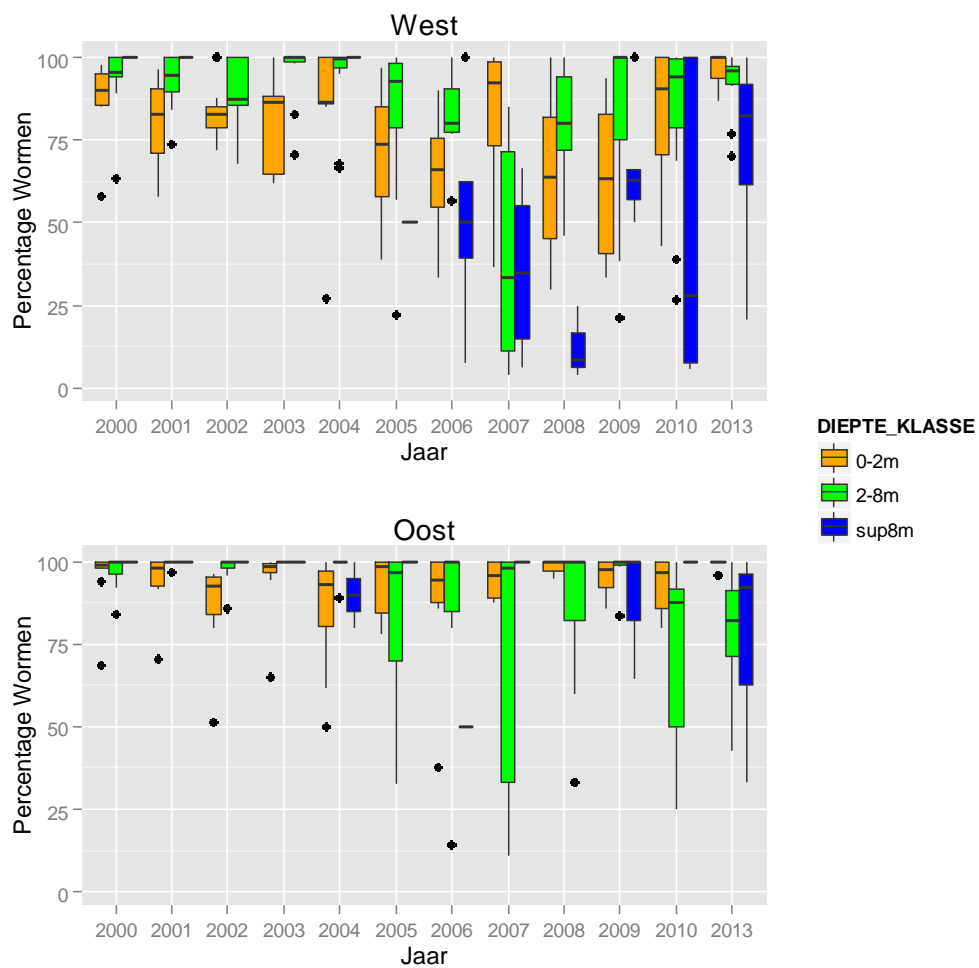


Figuur C.5 Gemiddelde biomassa (g asvrij drooggewicht/m²) van de taxonomische groepen aangetroffen tussen 2000 en 2013 (najaar) in het westelijk gebied op de drie dieptestrata 0-2m, 2-8m en >8m

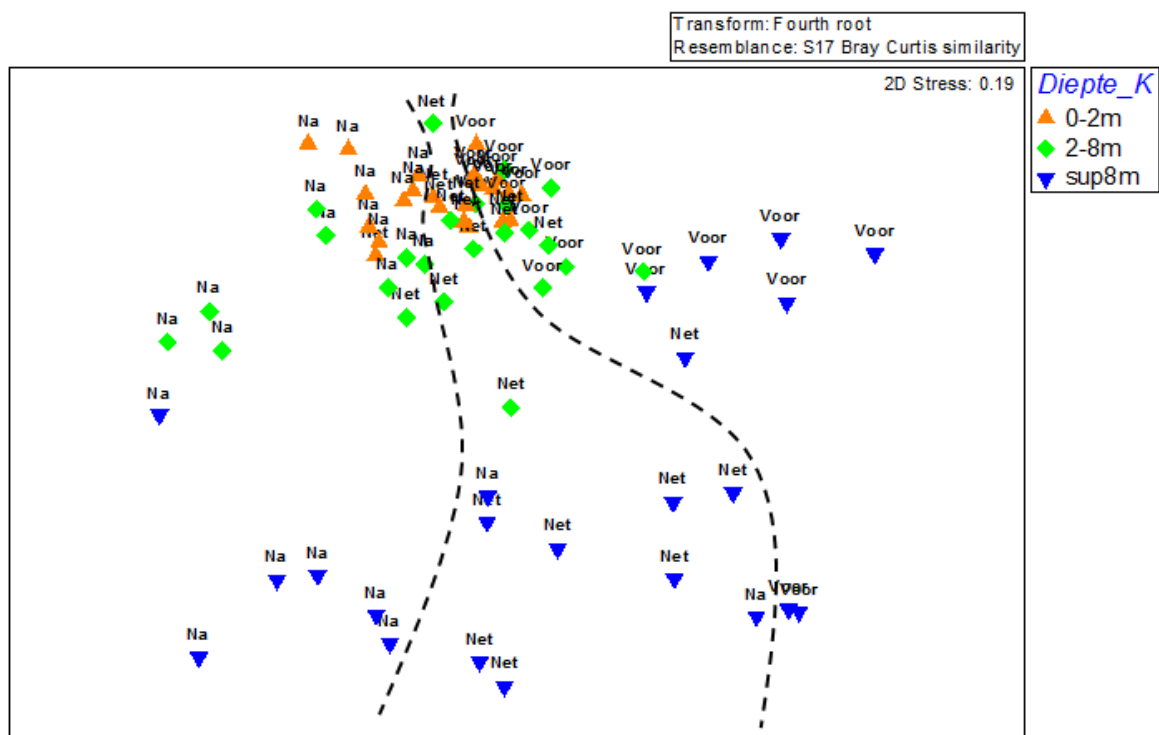


Figuur C.6 Gemiddelde biomassa (g asvrij drooggewicht/m²) van de taxonomische groepen aangetroffen tussen 2000 en 2013 (najaar) in het oostelijk gebied op de drie dieptestrata 0-2m, 2-8m en >8m

Wormen percentage



Figuur C.7 Wormenpercentage (zie tekst voor de berekening) tussen 2000 en 2013 (najaar) in het westelijk en oostelijk gebied op de drie dieptestrata 0-2m, 2-8m en >8m



Figuur C.8 nMDS grafiek op basis van de Bray Curtis similariteitmatrix berekend tussen najaar locaties (jaar/deelgebied/diepte straat). De similariteit is berekend op basis van de gemiddelde biomassa van 71 dominante soorten waargenomen tussen 2000 en 2013. In deze grafiek staan de symbolen en het label respectievelijk voor de diepte klassen (0-2m, 2-8m en >8m) en voor de periode 'Voor' (2000-2003), de overgangperiode 'Net' (2004-2007) en 'Na' (2008-2013). De lijnen geven de scheiding tussen de drie perioden aan