

Eerstelijnsrapportage Westerschelde

1996 - 2019

Deltares, Rijkswaterstaat

2021-07-26

Contents

1	Voorwoord	3
1.1	Samenvatting	3
2	Inleiding	3
2.1	Achtergrond	3
2.2	Doelstelling	3
2.3	Verwerkte data	3
2.4	Leeswijzer	5
3	Hydrodynamiek	5
3.1	Waterstanden	6
3.2	Golven	16
4	Oppervlaktewater - Fysisch-chemische parameters	35
4.1	Informatie over de metingen	35
4.2	Saliniteit	47
4.3	Watertemperatuur	48
4.4	Zuurstof	59
4.5	Chlorofyl-a	62
4.6	Feofytine-a	68
4.7	Chemisch en biochemisch zuurstofverbruik	71
4.8	Lichtklimaat	77
4.9	Zwevende stof	79
4.10	Nutrienten	83
4.11	C:N:P ratio's	108
4.12	Metalen	114

5	Zwevend stof - Fysisch-chemische parameters	143
5.1	Informatie over de metingen	143
5.2	Korrelgrootteverdeling	147
5.3	Metalen	147
5.4	Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's)	157
5.5	Polychloorbifenylen (PCB's)	165
5.6	Overige stoffen	172
6	Bodem - Fysisch-chemische parameters	176
6.1	Informatie over de metingen	176
6.2	Metalen	176
6.3	Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's)	179
6.4	Polychloorbifenylen (PCB's)	179
6.5	Organotinverbindingen	183
7	Biota - Fysisch-chemische parameters	183
7.1	Informatie over de metingen	183
7.2	Bot	188
7.3	Mosselen	193
8	Fytoplankton	215
8.1	Indeling soorten	215
8.2	Informatie over de metingen	218
8.3	Resultaten per station	219
8.4	Resultaten per groep	224
9	References	237
A	Overzicht gebruikte data	238
A.1	Gemeten data	238
A.2	Hydrodynamiek	239
A.3	Fysisch-chemische parameters	239
B	Meetdichtheidmatrices	245
B.1	Oppervlaktewater	245
B.2	Zwevende stof	245
B.3	Biota	245
C	Indeling fytoplankton	245

1 Voorwoord

Deze eerstelijnsrapportage is gemaakt door Deltares in opdracht van Rijkswaterstaat en bevat data t/m 2019. De basis voor dit rapport is gemaakt door dr. F.M. Kleissen en anderen. Het verwerken, analyseren en toevoegen van nieuwe data t/m 2019 in dit rapport is gedaan door dr. W. Stolte en B. van Rongen.

Dit is versie 1

1.1 Samenvatting

Deze rapportage bevat de beschikbare hydrodynamische, fysisch-chemische en biologische data in de periode 1996 tot en met 2019 voor de Westerschelde en de monding. Het is een eerste weergave van de beschikbare data en beschrijft enkel ‘wat men in de meetresultaten ziet.’ Het bevat een interpretatie van de gegevens op basis van een eenvoudige analyse. De rapportage is opgesteld in het kader van de OntwikkelingsSchets 2010 en vormt een van de bouwstenen voor de vergunningverlening van de derde verdieping van het Schelde-estuarium.

2 Inleiding

2.1 Achtergrond

De projecten in de OntwikkelingsSchets 2010 (OS2010) hebben als doel verschillende veranderingen in het Schelde-estuarium te bewerkstelligen. Het betreft verruiming van de vaargeul, aanleg van gebieden met gedempt getij en ontpolderingen. Het doel van deze projecten is verbetering van de toegankelijkheid (scheepvaart), vergroting van de veiligheid tegen overstromingen en verbetering van de natuurwaarde en natuurlijkheid van het systeem.

Deze projecten kunnen ook niet gewenste neveneffecten hebben op het functioneren van het estuarium. De resultaten van deze projecten worden gemonitord via geïntegreerde systeemmonitoring. Naast OS2010 zijn er nog andere programma’s die invloed hebben op de kwaliteiten van het systeem, zoals maatregelen ten behoeve van de Kaderrichtlijn Water (KRW) en emissievergunningen (e.g. de rioolwaterzuiveringen in Vlaanderen).

Voor de monitoring en de ontwikkelingen rond de derde verruiming in het kader van de Ontwikkelingsschets 2010 (OS2010) dienen gevalideerde data en datarapporten geleverd te worden. Deze datarapportage betreft de zogenaamde eerstelijnsrapportage van de monitoring van de Westerschelde en de monding. Elk jaar wordt er een nieuwe eerstelijnsrapportage opgeleverd (Deltares (2011), Deltares (2012), Deltares (2013), Deltares (2014), Deltares (2015), Deltares (2016), Deltares (2017), Deltares (2018)). Dit is de negende eerstelijnsrapportage.

2.2 Doelstelling

De eerstelijnsrapportage is een eerste weergave van de beschikbare data en beschrijft enkel ‘wat men in de meetresultaten ziet.’ Het bevat een interpretatie van de gegevens op basis van een eenvoudige analyse. Er worden geen oorzaak-gevolg relaties geanalyseerd.

2.3 Verwerkte data

In deze eerstelijnsrapportage zijn data die gemeten zijn in de periode 1996 t/m 2019 voor de Westerschelde en de monding weergegeven. De data zijn opgedeeld in drie hoofdgroepen: hydrodynamische, fysisch-chemische en biologische parameters. Niet alle beschikbare parameters in deze groepen zijn weergegeven, maar er is

in overleg met RWS-WVL een selectie gemaakt. Er zijn hierbij parameters geselecteerd die nog niet in een ander kader gerapporteerd worden en die belangrijk zijn voor het functioneren van het estuarium.

Naast deze datarapportage worden er aparte rapportages uitgevoerd voor o.a. macrofauna, vissen, kustbroedvogels, hoogwatervogeltellingen en zehonden. Daarnaast worden enkele parameters uitgewerkt door andere instanties. Dit geldt o.a. voor de geomorfologie, primaire productie en vegetatie-ecotopenkaarten. Deze data zijn daarom niet in deze rapportage opgenomen.

Een groot aantal van de fysisch-chemische en biologische parameters in de Westerschelde wordt gemeten in het kader van de ‘Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands’ (i.e. MWTL). Deze parameters kennen de volgende onderverdeling: oppervlaktewater (compartiment 10), zwevende stof (compartiment 50), bodem (compartiment 40; iedere 3 jaar gemeten) en biota (compartiment 60).

Bodemgegevens worden iedere 3 jaar gemeten en gerapporteerd. De meest recente bodemgegevens komen uit 2019, en zijn opgenomen in deze Eerstelijnsrapportage.

Daarnaast zijn er enkele parameters die voorheen wel werden gemeten en nu niet meer. Tot en met 2015 werden er continu metingen uitgevoerd om saliniteit, temperatuur, zuurstofgehalte, troebelheid, lichtstraling en fluorescentie te bepalen. Sinds 2016 zijn deze niet meer gemeten. Golfrichting is tot en met 2014 gemeten en gerapporteerd. Daarna zijn deze metingen niet meer uitgevoerd. Een overzicht is te vinden in bijlage A.

Om de data inzichtelijker te maken zijn gemiddelden, maxima en minima bepaald. Wanneer er wordt gesproken over een gemiddelden tijdens de zomer- en winterperiode wordt respectievelijk gesproken over april tot en met september en oktober tot en met maart. Daarnaast is de lineaire trend en bijhorende correlatiecoëfficiënt berekend. De correlatiecoëfficiënt (R) is voor Eerstelijnsrapportage 2015 voor het eerst gepresenteerd en is een maat voor het gezamenlijk variëren van twee of meer variabelen. Een correlatiecoëfficiënt van +1 betekent dat er een lineair verband is tussen de variabelen, wat wil zeggen dat de ene variabele volledig uit de andere is te herleiden via een lineaire relatie. Een correlatiecoëfficiënt van 0 wil zeggen dat er totaal geen lineaire samenhang is. De significantie van deze correlatiecoëfficiënt hangt af van het aantal datapunten dat is meegenomen in de analyse. In het veelvoorkomende geval dat er data beschikbaar is over alle jaren tussen 2000 en 2019, bestaat de dataset dus uit 19 variabelen (17 vrijheidsgraden) en is de correlatie significant ($p=0.05$) als deze 0,468 of meer bedraagt. Voor minder datapunten moet de correlatie hoger liggen om significant te zijn. Hier is in de tabellen rekening mee gehouden.

Het bepalen van deze parameters (i.e. gemiddelden, trend en R) is altijd gedaan vanaf 2000 zodat deze niet direct worden beïnvloedt door de tweede verruiming in 1997-1998. De trend wordt weergegeven in een eenheid per jaar en kan zowel negatief (-) als positief zijn (+). Indien er een significante correlatie is geconstateerd, worden de trend en correlatiecoëfficiënt dikgedrukt weergegeven in de tabel.

In de figuren met gemiddelden op een kaart wordt gebruik gemaakt van coördinaten in het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting of kortweg Rijksdriehoekscoördinaten (ook wel: RD-coördinaten). Hierdoor staat er op de x-as de afkorting RDx [m] en op de y-as RDy [m]. Wat simpelweg betekent de respectievelijke x- en y-as uitgezet in meters in Rijksdriehoekscoördinaten.

2.3.1 Ontbrekende data

In eerdere rapportage is de beschikbare data van 1 januari 2018 t/m 31 december 2018 toegevoegd aan de gegevens die gepresenteerd zijn in de voorgaande eerstelijnsrapportages van de Westerschelde. De data uit 2018 is echter niet volledig. In Tabel 1 staat een overzicht van de ontbrekende data in 2018. De ontbrekende data kan de resultaten beïnvloeden, vooral als er gemiddelden uit berekend worden. In voorkomende gevallen is een opmerking bij de figuur toegevoegd.

In de huidige rapportage is de beschikbare data van 1 januari 2019 t/m 31 december 2019 toegevoegd. De enige data die ontbreekt uit dit jaar zijn golf gegevens bij de locatie Cadzand.

Table 1: De missende data in 2018 voor de Eerstelijnsrapportage van de Westerschelde per groep, parameter en locatie.

Groep	Parameter	Locatie	Missend
Hydrodynamiek	Waterstanden	Baalhoek	juli \& september 2018
Hydrodynamiek	Waterstanden	Gat van Borssele	01-07-2018 - 31-12-2018
Hydrodynamiek	Waterstanden	Breskens voorhaven	01-01-2018 - 30-04-2018
Hydrodynamiek	Waterstanden	Breskens voorhaven	juli 2018
Hydrodynamiek	Waterstanden	Overloop van Hansweert	01-01-2018 - 07-03-2018
Hydrodynamiek	Waterstanden	Overloop van Hansweert	juli 2018
Hydrodynamiek	Waterstanden	Vlakte van de Raan	juli \& september 2018
Hydrodynamiek	Waterstanden	Vlakte van de Raan	29-11-2018 - 14-12-2018
Hydrodynamiek	Waterstanden	Schaar van de Noord	juli \& september 2018
Hydrodynamiek	Waterstanden	Walsoorden	juli \& september 2018

2.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 3 bevat de hydrodynamiek. Op een groot aantal stations in de Westerschelde, de monding en de Noordzee worden hoog- en laagwaterstanden gepresenteerd over de periode 1950 tot heden. Ook de getijslag en de M2, M4 en S2-componenten van het getij worden weergegeven. Voor de golven wordt de golfhoogte en golfperiode getoond op meerdere stations in de Westerschelde en de monding. Voor een tweetal stations (Cadzand en Deurloo) in de monding wordt ook de golfrichting weergegeven.

Hoofdstuk 4 bevat de fysisch-chemische parameters die gemeten zijn in het oppervlaktewater in het kader van MWTL (Monitoring Waterstaatskundige Toestand des Lands) vaartochten. Naast de periodieke metingen die in eerdere eerstelijnsrapportage al aan de orde kwamen, is er in deze rapportage ook een aantal continue metingen in oppervlaktewater opgenomen. Continue metingen zijn tussen 2012 - 2014 uitgevoerd.

Hoofdstuk 5 bevat de fysisch-chemische monitoring in het zwevende stof. Zwevende stof wordt ook in het kader van het kader van MWTL-vaartochten gemeten. De data wordt gepresenteerd voor twee stations te weten Vlissingen boei SSVH en Schaar van Ouden Doel.

Hoofdstuk 6 wordt elke drie jaar geactualiseerd met nieuwe gegevens. De laatste bodemmonsters zijn genomen in 2019 en geanalyseerd in het laboratorium. De resultaten van deze fysisch-chemische monitoring in de bodem zijn opgenomen in dit hoofdstuk.

Hoofdstuk 7 betreft de biota. Voor de biota zijn de metingen in bot (*Platichthys Flesus*) en mossel (*Mytilus Edulis*) opgenomen. Het monitoringsplan is in 2000 aangepast waarbij er bij twee stations in plaats van drie station in de Westerschelde biota verzameld wordt.

De resultaten van fytoplankton zijn opgenomen in Hoofdstuk 8. Fytoplankton wordt gemonitord bij vijf stations in de Westerschelde sinds 1996. Fytoplankton wordt in deze Eerstelijnsrapportage op een pragmatische wijze gegroepeerd. Hoofdstuk 8 en Bijlage C geven een overzicht van de gehanteerde indeling.

3 Hydrodynamiek

Dit hoofdstuk betreft metingen van de waterbeweging in de Westerschelde en de monding. De rapportage wordt hierbij beperkt tot waterstanden en golven. De waterstanden zijn opgenomen als jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden en de gemiddelde getijslag. Daarnaast zijn de belangrijkste componenten van het getij (M2, S2 en M4-component) weergegeven. Voor golven worden maandgemiddelden en -maxima van de golfhoogte en -periode gepresenteerd.

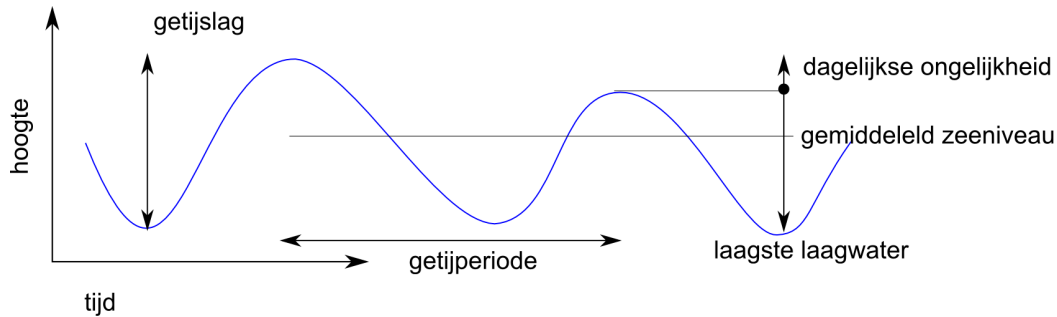


Figure 1: Weergave van een getijgolf met aanduiding hoogwater, laagwater, getijslag en dagelijkse ongelijkheid op basis van @VanRijn1994a

3.1 Waterstanden

De waterstanden in de Westerschelde worden voor het grootste deel bepaald door het getij. Het getij ontstaat door de aantrekkende kracht van de maan en de zon op de aarde. De variaties in het getij ontstaan door de draaiing van de aarde en de positie van de aarde t.o.v. de maan en de zon en doordat de maan en de aarde zich in een baan rond de zon bewegen. Daarnaast wordt het getij vervormd door de bodemligging van zeeën en oceanen. Wiskundig gezien is het getij een combinatie van een groot aantal sinusvormige golven: de getijcomponenten. De M2-component ontstaat door de aantrekkingskracht van de maan en is een belangrijke getijcomponent in de Noordzee en de Westerschelde, zie verder Paragraaf 3.1.4. De belangrijkste periodieke variaties in het getij zorgen voor de zogeheten dagelijkse ongelijkheid (Figuur 1), de springtij-doodtij cyclus en de 18,6-jarige cyclus.

Het getij wordt verder vervormd in het estuarium. Vanaf de monding dringt het tij als een langgerekte golf het estuarium binnen. De geringer wordende diepte en vernauwing van de bedding vervormen het getij. Door die vernauwing ondergaat het vloedwater een opstuwung; de hoogwaters worden hoger naarmate ze het estuarium dieper binnendringen. Energieverliezen ten gevolge van wrijving doen de verhoging door de opstuwung gedeeltelijk weer teniet. Tot slot zijn er nog de weersinvloeden zoals windopzet en luchtdruk. Al deze effecten zijn terug te zien in de gemeten waterstanden van de verschillende meetstations in de Westerschelde.

3.1.1 Informatie over de metingen

De waterstand in de Westerschelde wordt tegenwoordig continu gemeten op meerdere vaste stations in de Westerschelde. Van deze continue meting wordt een 10-minuten gemiddelde bepaald. Deze meetreeks wordt gebruikt om o.a. de getijcomponenten te bepalen. Daarnaast worden de maximale hoog- en laagwaterstanden geregistreerd, wat betekent dat ongeveer elke 6 uur een waarde wordt geregistreerd.

De stations zijn zowel landelijke als regionale meetpunten (zie Figuur 2 en Tabel 2), waarvan de meetdata beschikbaar zijn gesteld door het VLIZ (Vlaams Instituut voor de Zee). Alleen voor de landelijke meetpunten wordt een getijanalyse uitgevoerd en daarom worden voor deze stations de getijcomponenten M2, M4 en S2 gerapporteerd.

In Paragraaf 3.1.2 zijn de jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden per station weergegeven. Het verschil tussen de hoog- en laagwaterstanden geeft de gemiddelde getijslag, zie Paragraaf 3.1.3. De meetgegevens zijn *niet* gecorrigeerd voor de 18,6-jarige cyclus. Tot slot wordt voor de landelijke meetpunten de amplitude en fase van de M2, M4 en S2 getijcomponenten weergegeven in Paragraaf 3.1.4.

Om trends in de waterstanden te kunnen herkennen, wordt de data over een lange periode weergegeven: vanaf 1950 tot heden. Sommige stations zijn pas na 1950 in werking getreden. Vanzelfsprekend wordt voor deze stations de gehele beschikbare meetperiode weergegeven. Het waterstandsm Meetpunt Schaar van de Noord is van 9 juli 2013 tot 25 juni 2015 niet in gebruik geweest.

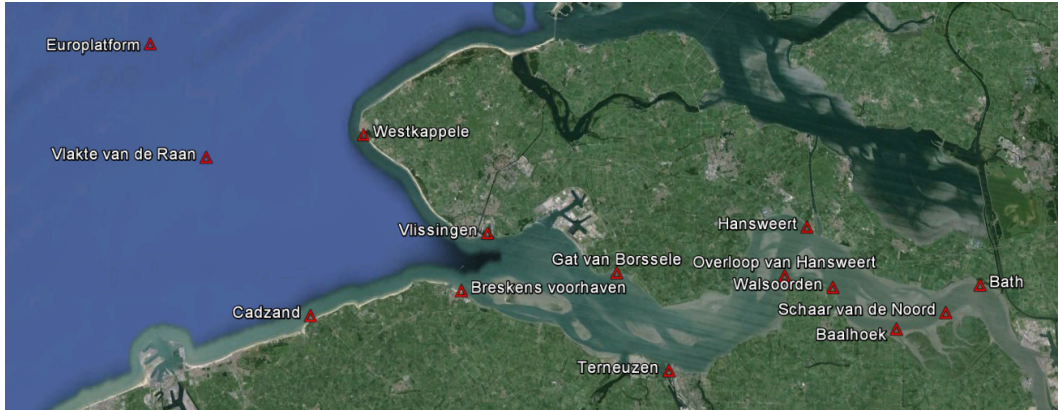


Figure 2: Ligging van de meetstations voor de waterstanden

Table 2: Overzicht meetperiode van de waterstand per meetstation. Een asterisk (*) betekent dat data vanaf 1950 is gebruikt.

Landelijk meetstation	Meetperiode	Regionaal meetstation	Meetperiode
Bath	1957-heden	Baalhoek	1996-heden
Hansweert	1880*-heden	Gat van Borssele	1996, 1998-heden
Terneuzen	1878*-heden	Breskens voorhaven	1996, 1998-2016
Vlissingen	1881*-heden	Overloop van Hansweert	1996, 1998-2004, 2008-heden
Cadzand	1966-heden	Vlakte van de Raan	1996, 1998-heden
Westkapelle	1954-heden	Schaar van de Noord	1996-2013, 2015-heden
Europlatform	1983-heden	Walsoorden	1996, 1998-heden

3.1.2 Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden

In de grafieken (Figuur 3 tot en met Figuur 16) onderstaand en op de volgende pagina's zijn de hoog- en laagwaterstanden ten opzichte van NAP per jaar gemiddeld en uitgezet in de tijd. Gemiddelde hoogwaterstanden in blauw corresponderen met de blauwe y-as (links) en gemiddelde laagwaterstanden zijn weergegeven in rood en corresponderen met de rode y-as (rechts). Voor jaren met missende data voor twee of meer maanden worden de gemiddeldes met dunnere en transparante kleuren weergegeven. Aan deze gemiddeldes kan minder waarde gehecht worden. De volgorde waarin de stations zijn weergegeven is stroomopwaarts: vanaf het Europlatform in de Noordzee tot de Belgische grens.

Het station Schaar van de Noord heeft voor 2014 geen data. In 2013 is alleen data beschikbaar voor tot juli 2013, dus slechts ongeveer een half jaar. Het jaar 2013 lijkt voor Schaar van de Noord een lagere waarde te geven (zie Figuur 15), maar het kan zijn dat de lengte van de dataset van 2013 dit gemiddelde beïnvloedt. De laatste twee jaren geven waardes die in het verlengde liggen van de jaren voor 2013.

Let op: de y-assen van de figuur van het Europlatform verschillen van de y-assen van de andere stations.

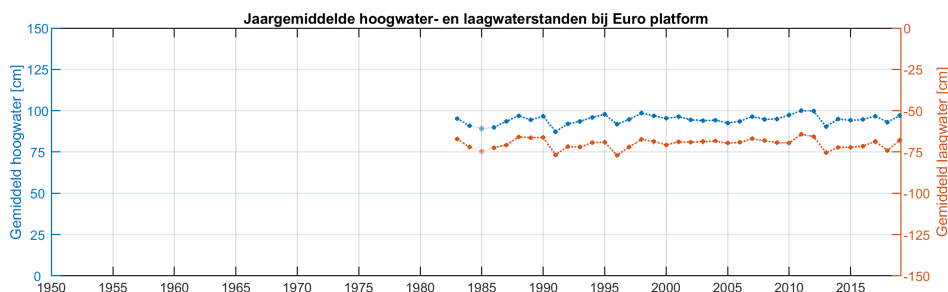


Figure 3: Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij het Europlatform

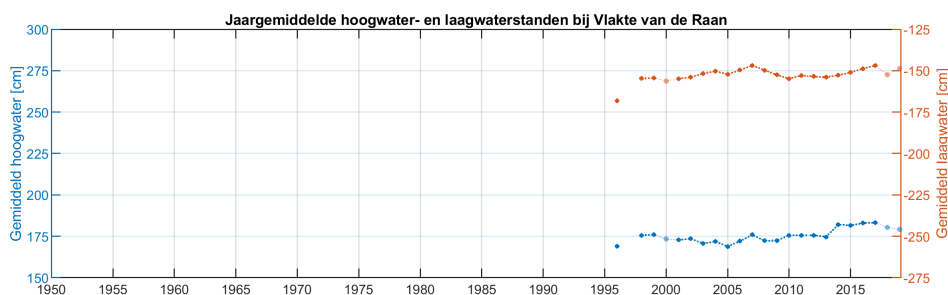


Figure 4: Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij de Vlakte van Raan

Het Europlatform dient als referentiestation. Door de ligging in de Noordzee zijn de geregistreerde waterstanden bij dit station niet beïnvloed door vorm van het estuarium en de ligging in het estuarium. Bij het Europlatform bedraagt de gemiddelde hoogwaterstand ongeveer +1 m NAP. Laagwaterstanden bereiken gemiddeld een waarde van -0,75 m NAP.

De gemiddelde hoog- en laagwaterstand in de westelijke meetstations (vanaf de Vlakte van Raan tot het Gat van Borssele) blijft min of meer gelijk gedurende de gehele meetperiode. Vanaf de Vlakte van Raan in oostwaartse richting zakt de gemiddelde laagwaterstand van circa -1,50 m NAP tot circa -1,80 m NAP bij Gat van Borssele. De hoogwaterstand neemt in die richting licht toe, van circa +1,75 m NAP bij de Vlakte van de Raan tot circa +2,25 m NAP bij Gat van Borssele. Hoewel Westkapelle en Cadzand ongeveer even

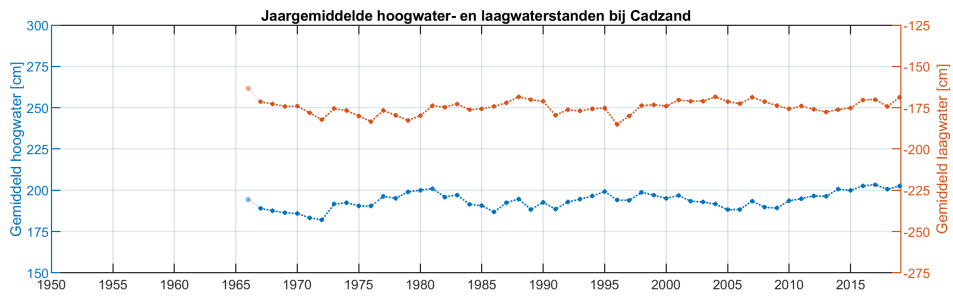


Figure 5: Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Cadzand

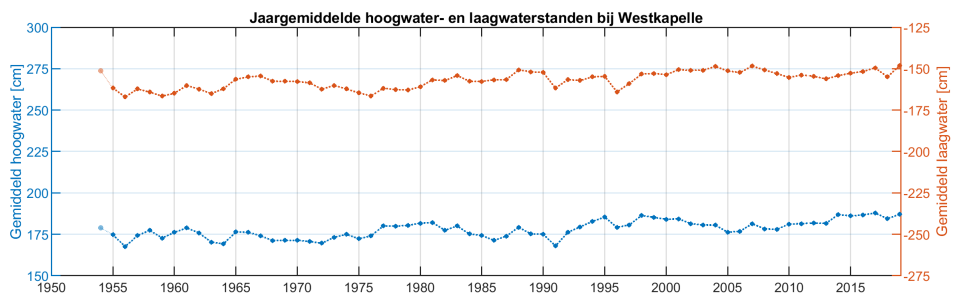


Figure 6: Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Westkapelle

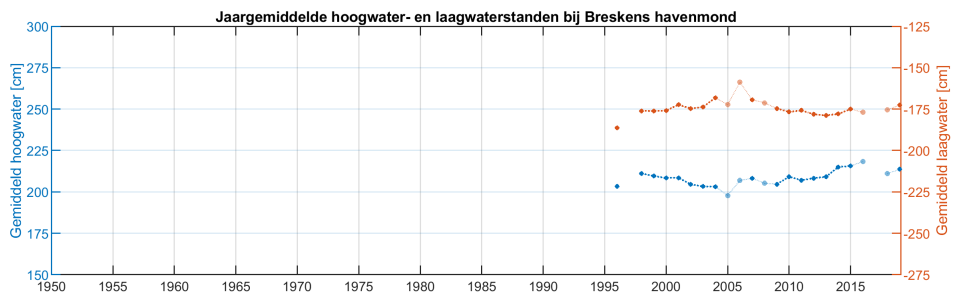


Figure 7: Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Breskens voorhaven

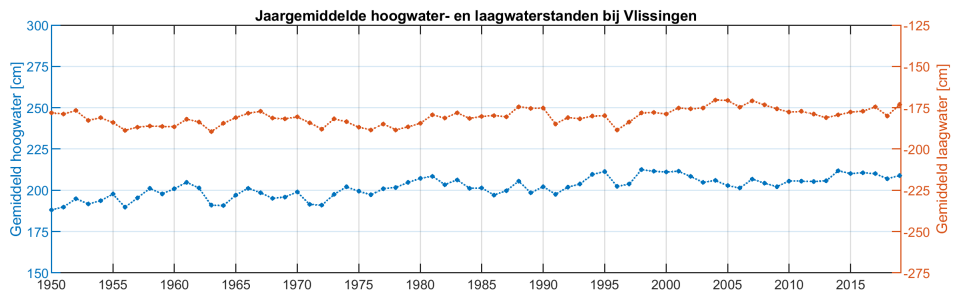


Figure 8: Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Vlissingen

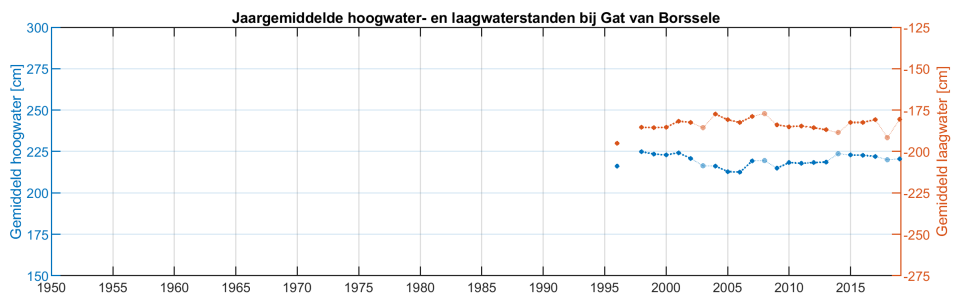


Figure 9: Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Gat van Borssele

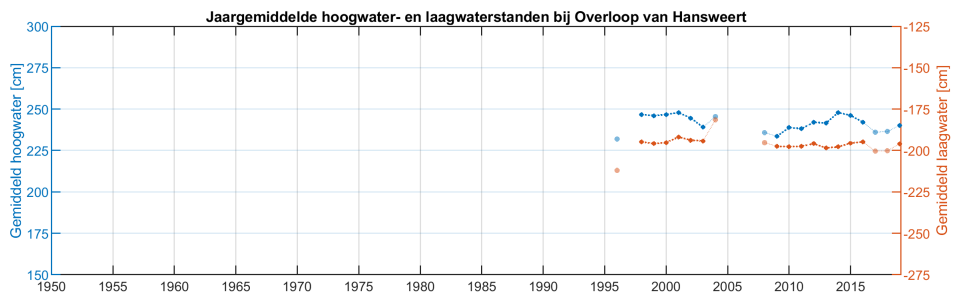


Figure 10: Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Overloop van Hansweert

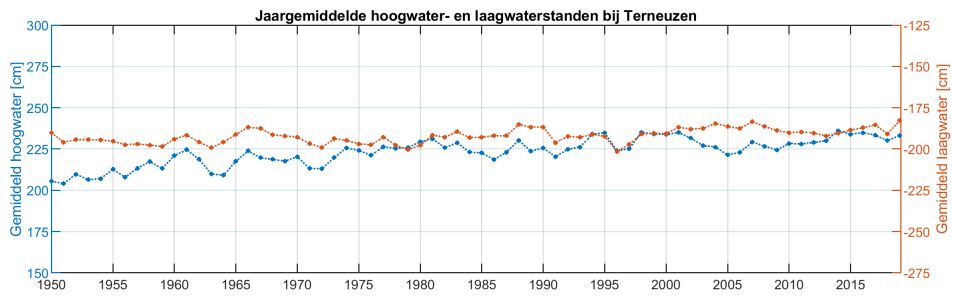


Figure 11: Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Terneuzen

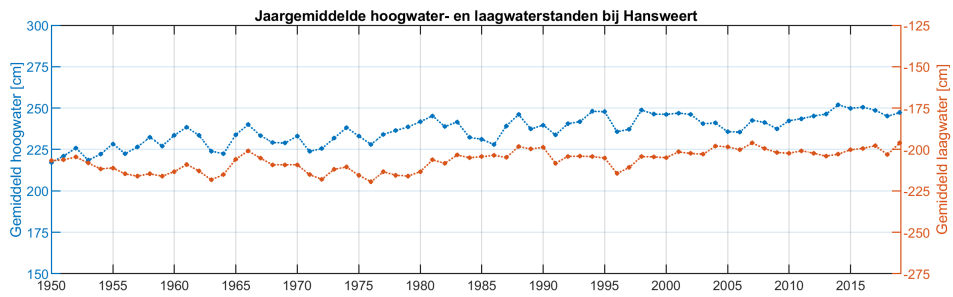


Figure 12: Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Hansweert

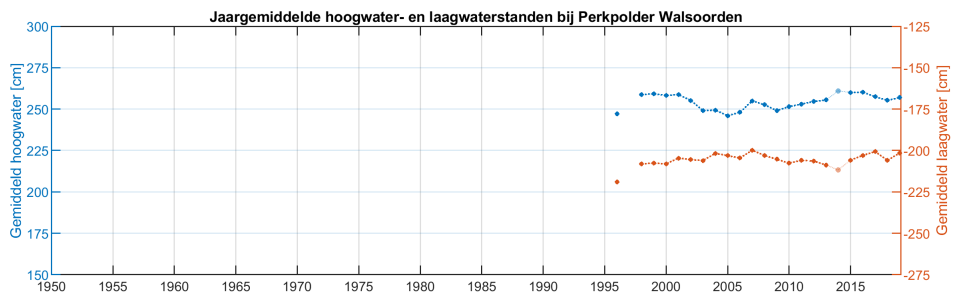


Figure 13: Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Walsoorden

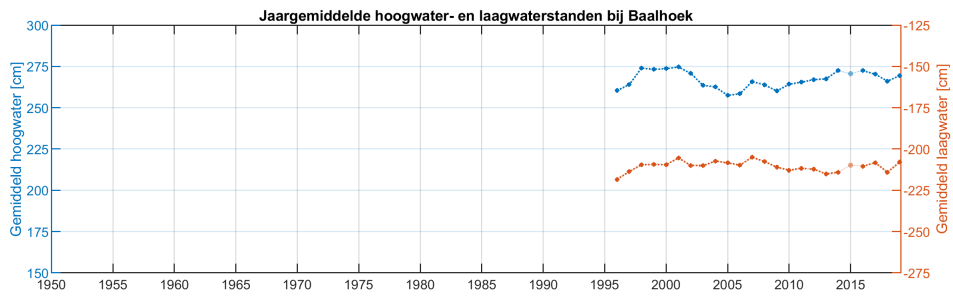


Figure 14: Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Baalhoek

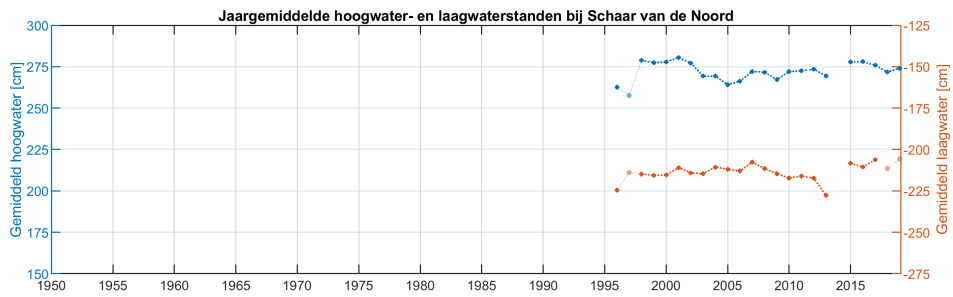


Figure 15: Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Schaar van de Noord

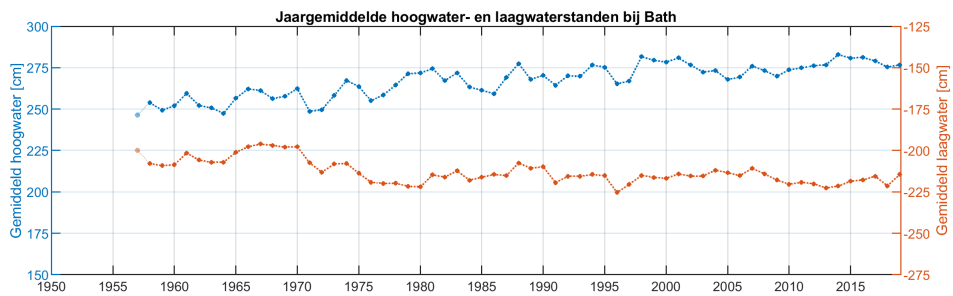


Figure 16: Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Bath

ver in de monding liggen, is de getijslag bij Westkapelle minder groot dan bij Cadzand. Dit komt door de vervorming van het getij in de Noordzee, waardoor de getijslag in de Noordzee niet overal gelijk is.

Vanaf Terneuzen geven de stations zowel in stroomopwaartse richting als in tijd een stijgende trend in hoogwaterstanden: van circa +2,0 m NAP tot circa +2,25 m NAP in Terneuzen en van circa +2,50 m NAP tot circa +2,75 m NAP in Bath. Deze stijging vond plaats over de periode 1950 – 1980 bij Terneuzen en lijkt bij Bath nog voort te duren tot ca. 2000. De laagwaterstanden in Bath zijn in de jaren '70 afgenomen van circa -2,0 m NAP tot circa -2,25 m NAP. Voor de andere stations in de Westerschelde lijkt er sinds 2007 een lichte afname te zitten in de laagwaterstanden en een lichte toename in de hoogwaterstanden. Dit is waarschijnlijk de invloed van de 18,6-jarige cyclus, zoals ook duidelijk te zien is in de getijslag (Figuur 19). Bij de getijslag is dit effect duidelijker te zien, omdat dan de hoog- en laagwaterstand bij elkaar worden opgeteld waardoor het effect twee keer wordt meegeteld.

Daarnaast constateren we een toename van gemiddeld hoogwater en een afname van gemiddeld laagwater naar mate men meer stroomopwaarts (i.e. oostelijke richting) van de Westerschelde komt, zoals te zien in Figuur 17 en Figuur 18.

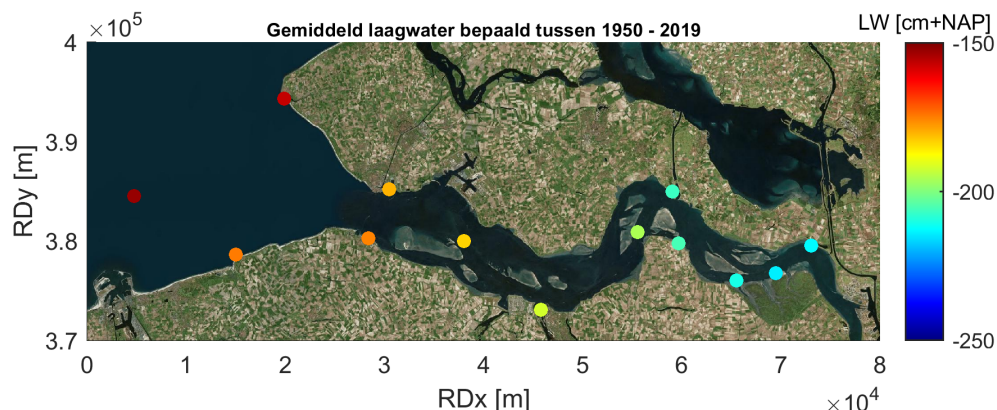


Figure 17: Gemiddeld laagwater per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1950

3.1.3 Jaargemiddelde getijslag

De getijslag is voor alle meetstations bepaald aan de hand van het verschil tussen de jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden. Op de Noordzee bij het Europlatform bedraagt de getijslag ongeveer 1,65 m en is weinig variatie in de getijslag te zien. In de monding is de getijslag al toegenomen tot 3 à 3,5 m. Verder stroomopwaarts de Westerschelde op blijft de getijslag toenemen tot aan Bath. Daar is de getijslag met een waarde van bijna 5 m het grootst, zie Figuur 19, Figuur 20 en Tabel 3.

Sinds 2000 constateren we een toename van de getijslag tot maximaal 1,35 cm/jaar, zie Tabel 3 bij station Breskens havenmond. De correlatiecoëfficiënt (i.e. R) varieert sterk per station tot station wat betekent dat er andere relevante factoren, naast deze lineaire trend, van invloed zijn op de getijslag.

De 18,6-jarige getijdencyclus, bijvoorbeeld, is van invloed op de resultaten en duidelijk zichtbaar in de figuur. De 18,6-jarige cyclus zorgt voor een periodieke toe en afname van de waterstand en getijslag en is maximaal rond 1960, 1979, 1997 en 2014. De 18,6-jarige cyclus zit ook in de stations buiten de Westerschelde. Verder stroomopwaarts wordt de getijslag groter. De versterking in de stroomopwaartse richting wordt voornamelijk veroorzaakt door de vorm van het estuarium (ondieper en smaller in stroomopwaartse richting). In de jaren '70 is vooral bij Bath een sterke toename te zien in de getijslag, die waarschijnlijk het gevolg is van de ingrepen in het kader van de 'eerste verruiming.'

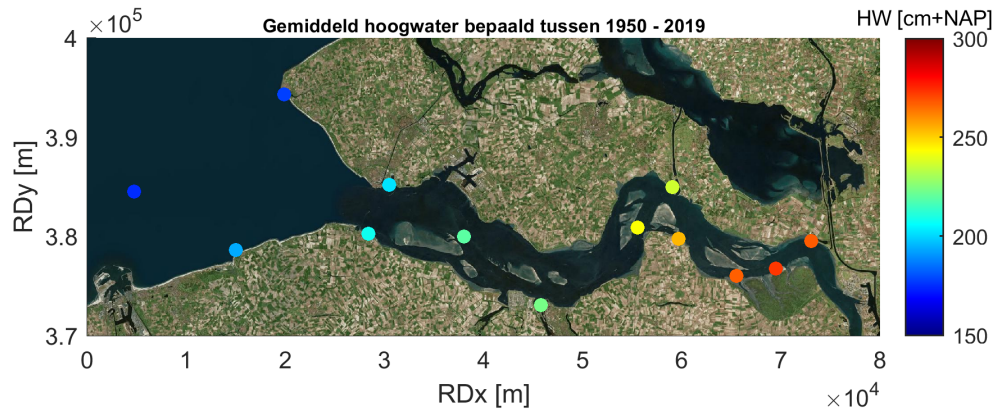


Figure 18: Gemiddeld hoogwater per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1950

In 2013 en 2014 werd de licht stijgende trend in de getijslag sinds 2007 doorgezet, conform de 18,6-jarige cyclus. Sinds 2015 neemt de getijslag juist weer licht af (figuur 19), wat strookt met het idee dat de 18,6-jarige cyclus de dominante oorzaak is van de trend in de getijslag. Dit wordt ook door de licht dalende trend in 2017 bevestigd. Dit lijkt niet op te gaan voor Breskens dat nog wel een stijgende lijn laat zien in 2016 ten opzichte van 2015, maar voor de periode na september 2016 zijn voor Breskens geen gegevens beschikbaar en kan de trend hierdoor niet worden bevestigd. In 2018 stijgt de getijslag ten opzichte van 2017 bij bijna alle stations. Terwijl in 2019 t.o.v. 2018 de getijslag weer daalt en daardoor lijkt de trend zich voort te zetten.

3.1.4 Getijcomponenten

Het gemeten waterstandssignaal kan geanalyseerd worden met een getijanalyse. Hierbij wordt het waterstandssignaal ontleed in verschillende harmonische componenten: sinussen met een zekere amplitude, frequentie en fase. De amplitude en fase van een component verschillen per positie op aarde, de frequentie is altijd gelijk. De hoofdcomponent van het getij is de M2-component, die wordt veroorzaakt door de aantrekkingskracht van de maan op de aarde en een periode heeft van ongeveer 12 uur en 25 minuten. De S2 component is een soortgelijke component (tweedagelijks) maar is gegenereerd door de aantrekkingskracht van de zon op de aarde. Hogere harmonische getijcomponenten (zoals M4) worden vaak als ‘overtides’ aangeduid. M4 is het eerste overtide en is gegenereerd door eerste orde niet-lineaire processen. De S2-component is het gevolg van de aantrekkingskracht van de zon en is samen met M2 verantwoordelijk voor de springtij-doodtij variatie. M4 is de eerste hogere harmonische component en is samen met M2 van belang voor sedimenttransport.

De amplitude is de uitwijking van de getijcomponent ten opzichte van de middenstand. De fase van de getijcomponent wordt weergegeven ten opzichte van Midden Europese Tijd (MET). Verandering in de fase van een getijcomponent kan van belang zijn voor de interactie met andere getijcomponenten, maar ook voor de looptijd van het getij in het estuarium. De amplituden en fases van de M2, M4 en S2 componenten worden weergegeven in Figuur 21 tot en met 26 en in Tabel 4.

De amplitude van de M2-component neemt toe in stroomopwaartse richting: de trechtervorm van het estuarium veroorzaakt een opslingering van het getij. In de tijd zien we in de oostelijkere stations, en vooral bij Bath, een toename van de amplitude. Dit komt overeen met het beeld uit de hoog- en laagwaterstanden. De laatste jaren lijkt de amplitude van de M2-component een licht dalende trend te volgen (met name voor de meer oostelijke stations) met wat kleinere schommelingen. De M2 Bath in 2017 is ongeveer 5cm kleiner dan in 2014.

Table 3: De gemiddelde hoogwater (HW), laagwater (LW) en getijslag op de Noordzee, in de monding en in de Westerschelde. Hoog- en laagwater is gepresenteerd ten opzichte van NAP. Gemiddeldes zijn berekend over alle beschikbare data. Trend en R zijn berekend over de data sinds 2000.

Station	Afkorting	HW (cm)	LW (cm)	Getijslag (cm)	Trend	R
Euro platform	euro	95	-70	165	0.20	0.48
Bath	bath	267	-213	481	0.64	0.35
Schaar van de Noord	svdn	273	-214	487	0.24	0.04
Baalhoek	baal	267	-210	477	0.49	0.23
Perkpolder Walsoorden	wals	254	-206	460	0.36	0.19
Hansweert	hans	237	-207	443	0.43	0.19
Overloop van Hansweert	ovlh	243	-196	439	0.15	0.05
Terneuzen	tern	223	-192	415	0.42	0.22
Gat van Borssele	bors	219	-184	403	0.31	0.16
Vlissingen	vlis	202	-180	382	0.46	0.27
Breskens havenmond	bres	208	-175	384	0.84	0.59
Cadzand	cadz	194	-175	368	0.82	0.62
Westkapelle	wkap	178	-157	335	0.53	0.51
Vlakte van de Raan	raan	175	-153	328	0.60	0.49

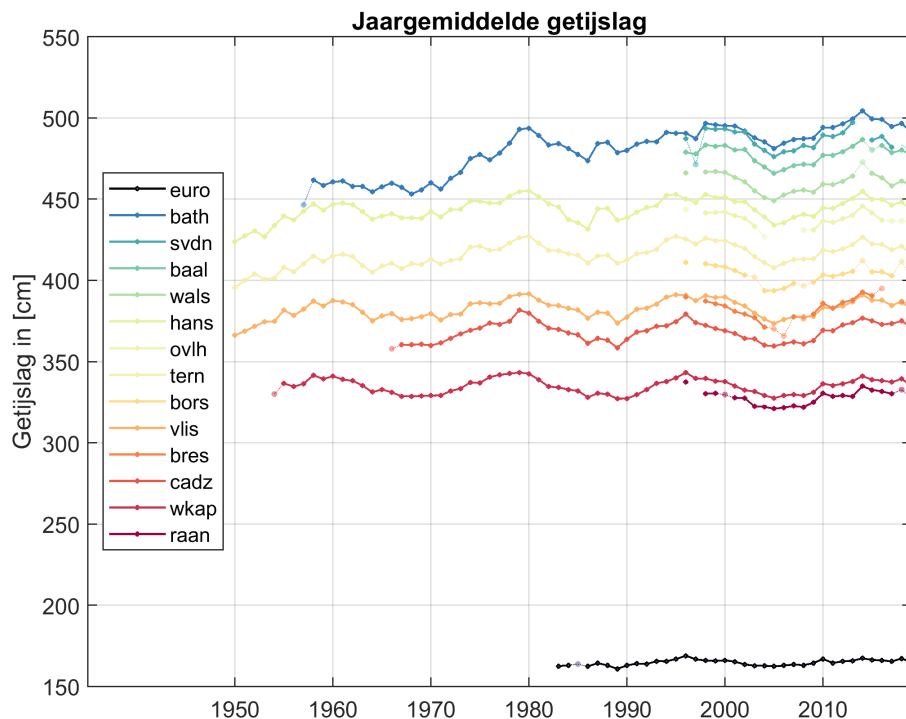


Figure 19: De gemiddelde getijslag over tijd op de Noordzee, in de monding en in de Westerschelde. Dunnere en transparante kleuren geven jaarlijkse gemiddeldes aan met twee of meer maanden met missende data.

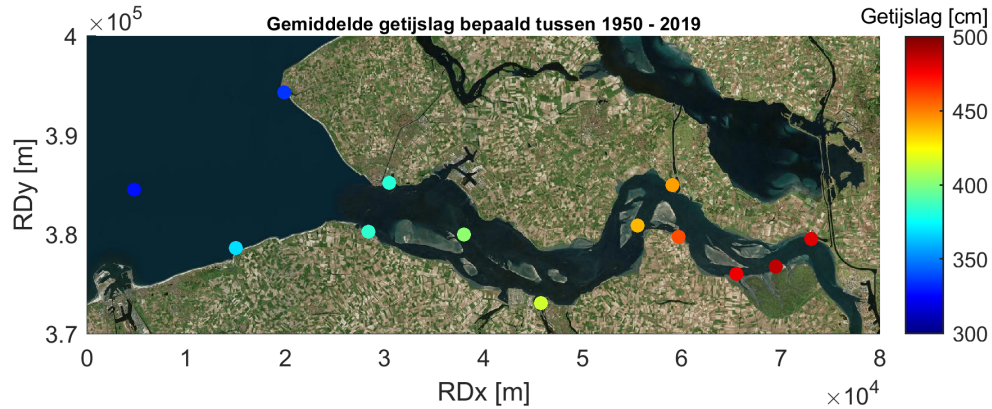


Figure 20: Gemiddelde getijslag per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1950

Table 4: Gemiddelde waarden van de drie belangrijkste getijcomponenten voor de landelijke meetstations voor de getoonde periode. Waardes gepresenteerd zijn de amplitude in centimeter. De waarde tussen haken is de fase in graden.

Station	M2	M4	S2
Bath	210 (92)	12 (172)	54
Hansweert	198 (81)	11 (169)	52
Terneuzen	186 (69)	12 (134)	50
Vlissingen	174 (59)	13 (118)	48
Cadzand	167 (49)	12 (91)	47
Westkapelle	153 (53)	14 (96)	43

De fase van de M2-component lijkt voor de westelijke stations weinig te veranderen. Bij Hansweert is de fase in de jaren '50 en '60 afgenomen (ook voor M4-component). Ook in Bath is de fase veranderd, en is de fase afgenomen over de periode 1970-2000. Dit betekent dat de looptijd van het getij, d.w.z. de tijd die zit tussen het moment van hoogwater in Vlissingen en het moment van hoogwater in Bath, is afgenomen.

De amplitude van de M4-component laat een tegenovergestelde ruimtelijke relatie als de M2-component zien. Hiermee wordt bedoeld dat de M4 afneemt voor oostelijkere stations. De S2-component gedraagt zich vergelijkbaar met de M2-component. De amplitude van de S2- en M4-componenten varieert slechts beperkt over de tijd.

De fase van de M4-component bij Hansweert neemt af en Bath neemt toe. De afname bij Hansweert is abrupt. Bij Bath geleidelijker. Vanaf 1980 zou bij Bath dus eerder hoogwater zijn dan bij Hansweert terwijl Hansweert dicht bij zee ligt. Mogelijke aanleiding kan een verandering in de geometrie zijn. Voor meer onderbouwing is een nadere analyse noodzakelijk in een vervolgstudie.

3.2 Golven

Golven die voorkomen op de Noordzee en in de Westerschelde hebben steeds verschillende golfhogte, -periode en richting. Dit is afhankelijk van de wind (kracht, duur, richting, strijklengte), de waterdiepte en de golfvoortplanting. Van golfmetingen wordt meestal per periode van ongeveer 15 minuten een spectrum afgeleid, waarin golven met verschillende golfhogte en -periode (in de vorm van een frequentie = 1 / periode)

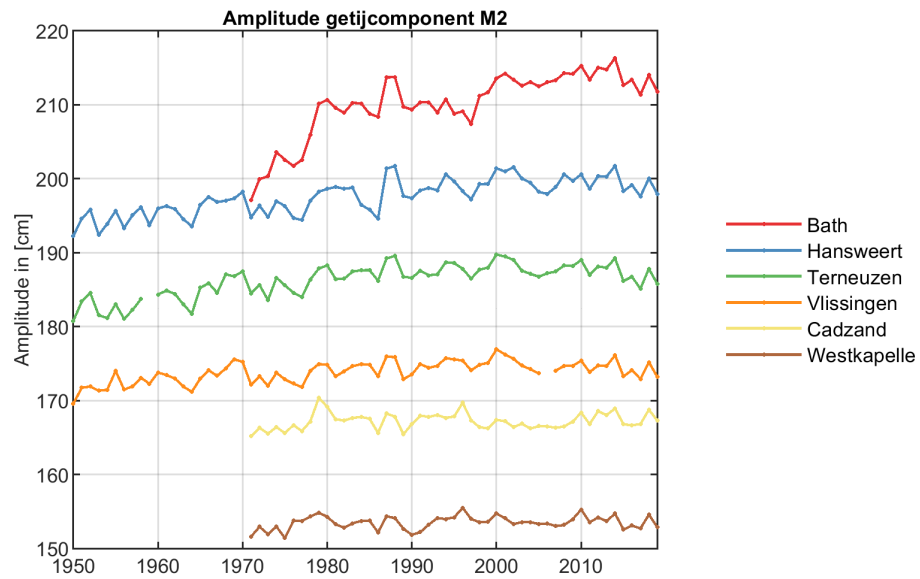


Figure 21: Amplitude van de M2-getijcomponent voor de landelijke meetstations.

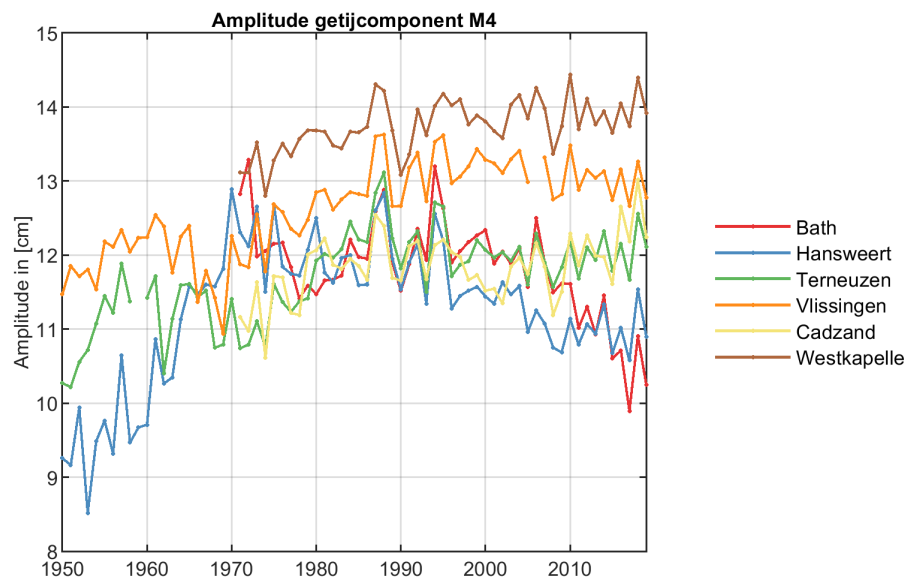


Figure 22: Amplitude van de M4-getijcomponent voor de landelijke meetstations.

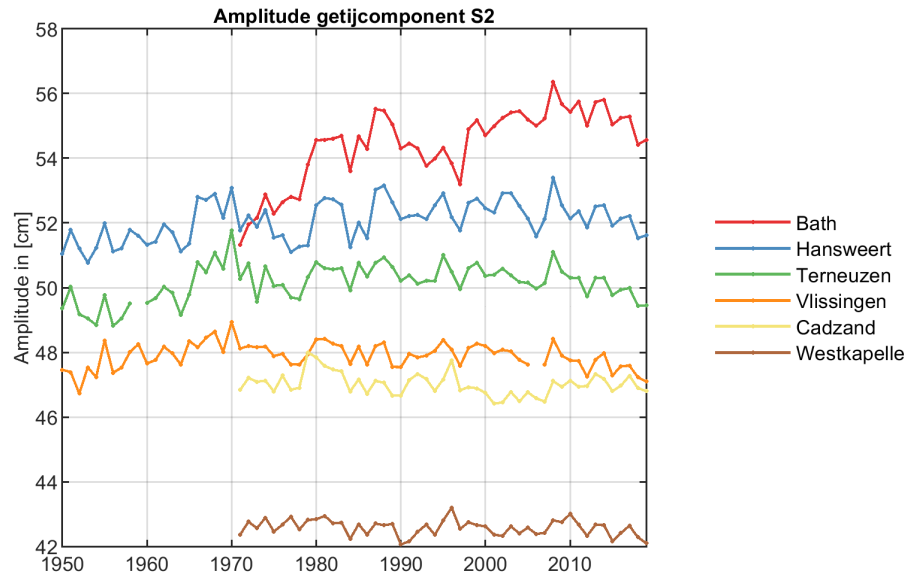


Figure 23: Amplitude van de S2-getijcomponent voor de landelijke meetstations.

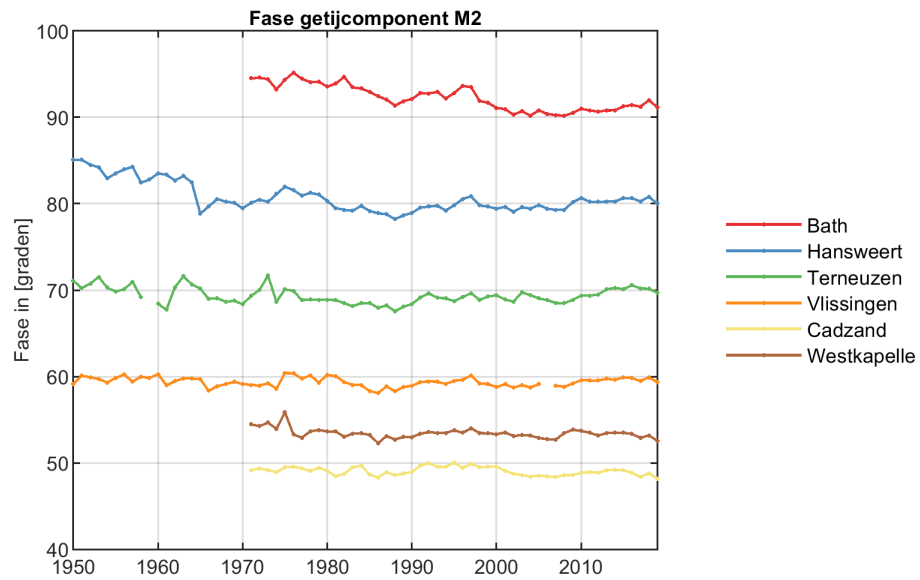


Figure 24: Fase van de M2-getijcomponent voor de landelijke meetstations.

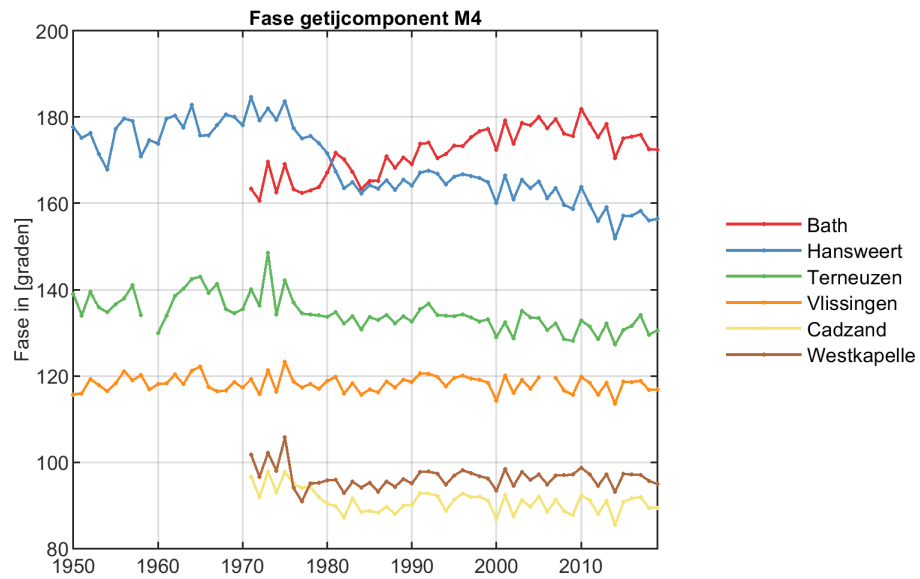


Figure 25: Fase van de M4-getijcomponent voor de landelijke meetstations.

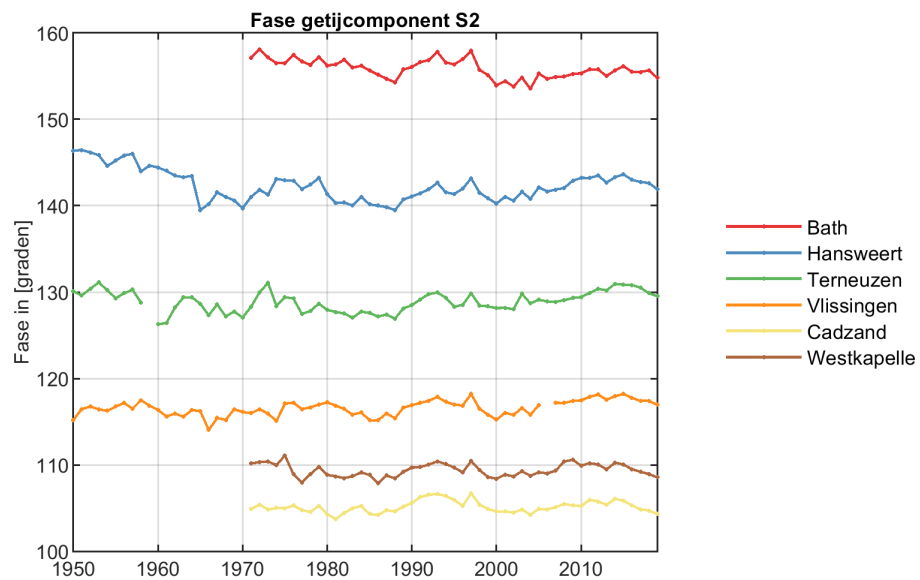


Figure 26: Fase van de S2-getijcomponent voor de landelijke meetstations.

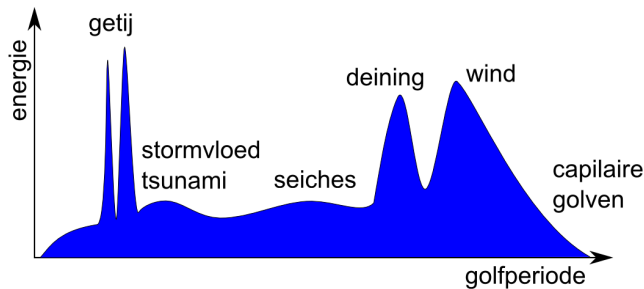


Figure 27: Voorbeeld van een geschematiseerd golfspectrum op zee (naar: www.infrawiki.nl).

zijn opgenomen, zie Figuur 27. De golven die in deze paragraaf worden meegenomen bevinden zich aan de rechterkant van het in Figuur 27 weergegeven spectrum en zijn aangeduid met deining en wind. Deining wordt veroorzaakt door golfvoortplanting van golven die verder weg zijn opgewekt. Windgolven zijn lokaal opgewekte golven.

Een belangrijke golfkarakteristiek is de significante golfhoogte. De significante golfhoogte kan op twee verschillende manieren berekend worden: als het gemiddelde van het hoogste 1/3 deel van de golven in een periode van 10 minuten ($H_{1/3}$) of uit het energiedichtheidsspectrum (H_{m0}) op basis van viermaal de standaardafwijking. Hoewel beide methodes een andere berekeningswijze hebben (de eerste gaat uit van de hoogte van individuele golven, de tweede wordt berekend uit het energiedichtheidsspectrum), komt het resultaat in hoge mate overeen. De significante golfhoogte komt goed overeen met de op het oog geschatte golfhoogte (Holthuijsen (2007)). Vroeger werden golven op die manier gemeten (o.a. vanaf schepen), waardoor het een belangrijke parameter is geworden in de golfstatistiek.

In deze rapportage wordt steeds het maandelijks gemiddelde en het maandelijks maximum van de significante golfhoogte weergegeven. Het maximum van de significante golfhoogte per maand betreft dus geen maximum van alle individuele golven in die maand, maar het maximum van het gemiddelde 1/3 hoogste deel in een periode van 10 minuten of het maximum van de significante golfhoogte uit het spectrum.

Naast de golfhoogte wordt ook de golfperiode gerapporteerd, zowel de gemiddelde periode van het hoogste 1/3 deel van de golven ($T_{H,1/3}$), als de gemiddelde golfperiode van alle golven berekend uit het spectrum (T_{m02}). T_{m02} wordt bepaald uit het spectrale gemiddelde van het kwadraat van de frequentie en is daarom in het algemeen lager dan $T_{H,1/3}$. T_{m02} is dus niet direct gerelateerd aan H_{m0} .

Op verzoek van RWS worden de golfrozen sinds de Eerstelijnsrapportage 2015 niet meer weergegeven. Dit heeft te maken met kleine wijzigingen in rekenparameters in de Evaluatiesystematiek (update 2014). Voor golfrichtinginformatie wordt verwezen naar de Eerstelijnsrapportage 2014 (Deltares (2015) & Deltares (2016)).

3.2.1 Informatie over de metingen

Golven worden in de Westerschelde en in de monding op een aantal stations (zie Figuur 28) gemeten. Niet op alle stations wordt met dezelfde instrumenten gemeten. Ook in de tijd heeft er een verschuiving plaatsgevonden in het frequentiebereik van de metingen. Het frequentiebereik wordt van tevoren ingesteld aan de hand van de te verwachten golfperioden op de betreffende locatie en zijn aangeduid als:

- GSO2 met een frequentiebereik van 0 tot 700 mHz
- GHr2 met een frequentiebereik van 0 tot 1000 mHz
- GDr2 met een frequentiebereik van 0 tot 500 mHz

Table 5: Golfspectrum per meetperiode en locatie en meetinstrument in 2018.

Meetstation	Code	Meetperiode
Bath	BAT2	jan '98-dec '11, jan '12-heden
Cadzand	CADW	jan '97-dec '11, jan '12-heden
Deurloo	DEUR	jan '97-jul '98, jul'98-mrt '02, mrt'02-dec'02, jan'03-mrt '03, mrt'03-dec '11, jan'12-heden
Hansweert	HAWI	jan'98-dec '11, jan'12-heden
Honte	HNTE	jan'12-heden
Hoofdplaat	HFPL	jan'98-dec '11, jan'12-jan'16
Overloop van Hansweert	OVHW	jan'12-heden
Overloop van Valkenisse	OVVA	jan'13-heden
Pas van Terneuzen	PVT	jan'10-jan'15, jan'16-heden
Wielingen	WIEL	jan'97-jul '98, jul'98-dec '11, jan'12-heden

De parameters die uit het spectrum worden bepaald, de significante golfhoogte H_{m0} en periodeparameter T_{m02} , zijn berekend uit het deel van het spectrum van 30 mHz tot de bovengrens (700, 1000 en 500 mHz). Voor GSO2 is geen significante golfhoogte uit het spectrum bepaald. In Tabel 5 zijn de verschillende aanduidingen en meetinstrumenten per station en per meetperiode gegeven. Gemiddelde, minimale en maximale waarden in bijgevoegde tabellen zijn gebaseerd over de tijdsperiode weergegeven in de figuren. In Tabel 5 is te zien dat voor Hoofdplaat sinds januari 2016 geen nieuwe data beschikbaar is.



Figure 28: Ligging van de meetstations voor de golfhoogte en -periode. Groen is een directional wave rider, rood is een golfbaak en geel is een boei.

Een beschrijving van de verschillende meetinstrumenten in Tabel 5:

Directional waverider De directional waverider is een boei die de verticale versnellingen en horizontale plaatsen, 'pitch,' 'roll' en 'heave' meet. Bovendien is de boei uitgerust met twee vaste versnellingsmeters, een kompas en een richtingsmeter. Het golffrequentiebereik van de directional waverider wordt verschillend ingesteld afhankelijk van de ligging van de boei en de daarvoor te verwachte golfperioden. Op de Noordzee en de Delta is het golffrequentiebereik van directional waverider ingesteld op 0,03 Hz – 0,5 Hz (GDr2). Omdat in de Westerschelde de golven over het algemeen korter zijn (kleinere periode dus een grotere frequentie) is het golffrequentiebereik hoger ingesteld namelijk: 0,03 Hz – 1,0 Hz (GHR2). De bemonsteringsfrequentie van de directional waverider is 1,28 Hz.

Waverider De waverider is een bolvormige boei en meet de versnellingen in verticale richting, die worden veroorzaakt door de golfkrachten op de boei. Hieruit kunnen de hoogteveranderingen van het zeeoppervlak worden berekend en daaruit kunnen weer golfkarakteristieken worden bepaald. Het golffrequentiebereik van de waverider wordt verschillend ingesteld afhankelijk van de ligging van de boei en de daarvoor te verwachte golfperioden. Op de Noordzee en de Delta is het golffrequentiebereik van waverider ingesteld op 0,03 Hz – 0,5 Hz (GDr2). Omdat in de Westerschelde de golven over het algemeen korter zijn (kleinere periode dus een grotere frequentie) is het golffrequentiebereik hoger ingesteld namelijk: 0,03 Hz – 1,0 Hz (GHR2). De

bemonsteringsfrequentie is 2,56 Hz.

Golfbraak Een golfbaak is een verticaal gemonteerde kunststofbuis, waaraan op regelmatige afstanden van 5 cm elektroden zijn bevestigd aan de hand waarvan continue wordt gemeten wat de hoogste elektrode is die zich nog onder water bevindt. Daarmee worden de veranderingen van het zeeoppervlak in de tijd vastgelegd en daaruit worden karakteristieken van de golfbeweging bepaald. De golfbaak is gemonteerd aan een platform of een meetpaal. De bemonsteringsfrequentie is 2,56 Hz.

3.2.2 Golfhoogte

De maandelijks gemiddelden en maandelijks maxima van de significante golfhoogte zijn weergegeven in Figuur 31 t/m Figuur 40 voor $H_{1/3}$ (telkens bovenste figuur) en H_{m0} (telkens onderste figuur). De meetstations zijn gerangschikt in stroomopwaartse richting. Voor maanden met een kwart of meer aan missende data worden de gemiddeldes met dünnere en transparante kleuren weergegeven. Aan deze gemiddeldes kan minder waarde gehecht worden.

De significante golfhoogte, $H_{1/3}$, komt voor windgolven goed overeen met de significante golfhoogte die bepaald is uit het spectrum, H_{m0} . Op basis van de tijdseries per station constateren we geen trend in toe of afname van de golfhoogtes.

Zoals te verwachten zijn de golven in de monding (Deurloo, Cadzand, Wielingen) het hoogste, met gemiddelden van ~1 m en maxima net boven de 4 m bij Deurloo, zie ook Figuur 29. Niet al deze golven propageren de Westerschelde in, alleen het deel wat naar het (zuid)oosten propageert. Een deel van de golfenergie die wel richting de Westerschelde propageert, wordt verder gedissipeerd op de ondiepe delen in de monding en de Westerschelde. In de Westerschelde zijn de gemiddelde significante golfhoogtes daardoor een stuk lager, rond 25 cm, met maxima rond de 1 m en 1,5 m bij Hansweert. De meeste golven in de Westerschelde zijn lokaal opgewekte golven (door de wind, maar deels ook door schepen), waarbij de noordelijke boeien (Honte, Hansweert en Bath) een grotere golfhoogte laten zien dan de zuidelijke (Hoofdplaat en Pas van Terneuzen). Dit heeft waarschijnlijk te maken met een overheersende zuidwestenwind, waardoor de strijklengte van de noordelijke stations groter is.

Maximale significante golfhoogtes voor windgolven worden in de Westerschelde geschat op 1.5 meter op basis van Breugem (2006). Dit is gebaseerd op een strijklengte van 10 kilometer met een wind snelheid van 22 m/s. Golfhoogtes groter dan 1.5 meter zijn daarom te wijten aan schepen en/of meetfouten. Maximale golfhoogtes op de Noordzee zijn in de orde grootte van meerdere meters (e.g. $H_s > 5$ meter tijdens een grotere storm). Figuur 30 laat de empirische distributie van golfhoogte op basis van alle beschikbare data zien. Hierin constateren we dat de mediaan van de significante golfhoogte in de Westerschelde tussen de 9 en 70 centimeter ligt. Voor stations verder vanaf de monding is minder dan 10% groter dan 50 centimeter, terwijl in Deurloo dit 3x zo hoog is (i.e. 150 centimeter). Al met al lijkt de golfhoogte in de Westerschelde veelal lager dan 25 cm, terwijl de golfhoogte in de monding (i.e. Cadzand, Deurloo en Wielingen) tussen de 40 en 70 cm ligt. Voor sommige locaties treedt wel eens een groot verschil tussen $H_{1/3}$ en H_{m0} op. Dit wijst erop dat het scheepsgolven of meetfouten betreft en geen windgolven.

3.2.3 Golfperiode

De golfperiode wordt weergegeven met twee parameters: $T_{H,1/3}$ (de gemiddelde periode van de golven behorende bij de significante golfhoogte $H_{1/3}$) en T_{m02} (de gemiddelde periode van alle golven). De maandelijks gemiddelden en maandelijks maxima van de golfperiode zijn weergegeven in Figuur 43 t/m Figuur 52 voor $T_{H,1/3}$ (telkens bovenste figuur) en T_{m02} (telkens onderste figuur). De meetstations zijn gerangschikt in stroomopwaartse richting. Voor maanden met een kwart of meer aan missende data worden de gemiddeldes met dünnere en transparante kleuren weergegeven. Aan deze gemiddeldes kan minder waarde gehecht worden.

De golfperiode $T_{H,1/3}$ laat bij Hansweert en Bath een paar breuken in de meetreeksen zien, dit is waarschijnlijk te wijten aan meetgaten of –fouten. Op basis van de tijdseries per station constateren we geen trend in toe-

Table 6: Gemiddelde en maximale waarden voor de golfperiode (zowel $H_{1/3}$ als H_{m0}) voor alle stations.

Station	$H_{1/3,gem}$	$H_{1/3,max}$	$H_{m0,gem}$	$H_{m0,max}$
BAT2	20	82	20	85
Cadw	52	189	56	205
Deurloo	81	262	88	282
HAWI	23	111	23	106
HFPL	11	56	12	58
HNTE	25	97	26	101
OVHW	19	81	20	85
OVVA	15	68	15	71
PVT	18	71	18	74
Wiel	55	201	58	214

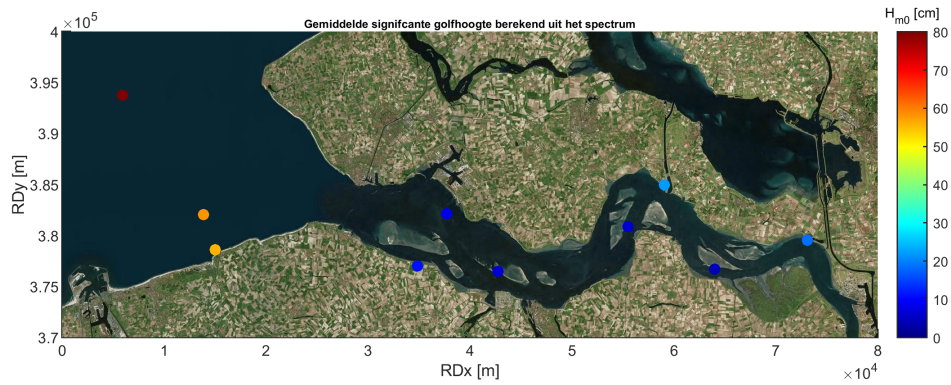


Figure 29: Gemiddelde significante golfhoogte per station berekend op basis van het spectrum voor alle beschikbare data vanaf 1998.

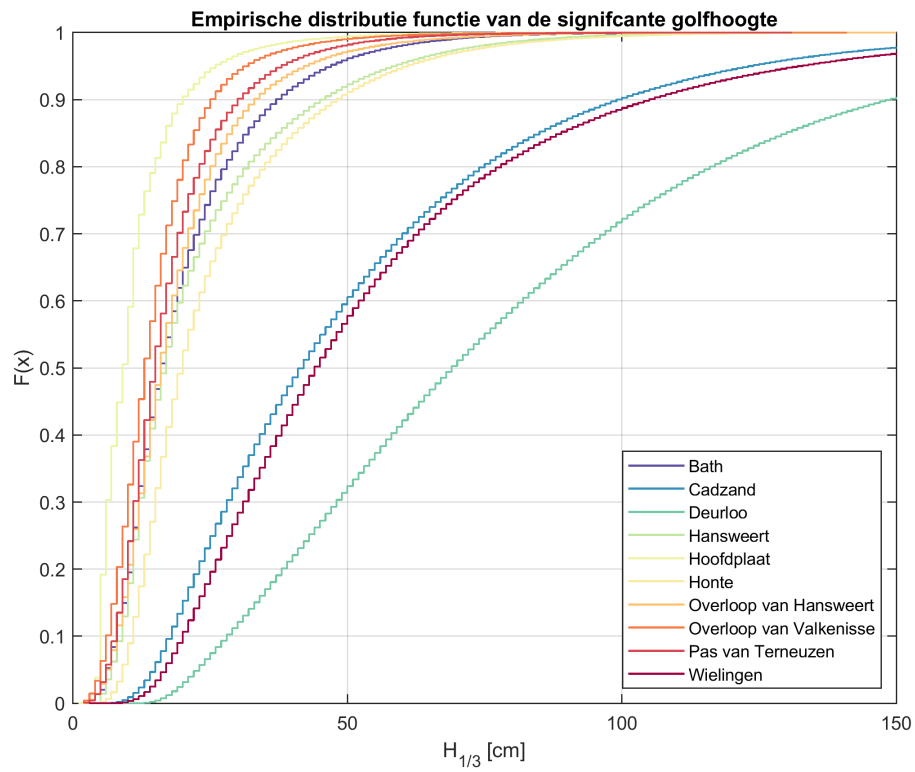


Figure 30: Empirische distributiefunctie voor de significante golfhoogte berekend op basis van het spectrum voor alle beschikbare data vanaf 1998.

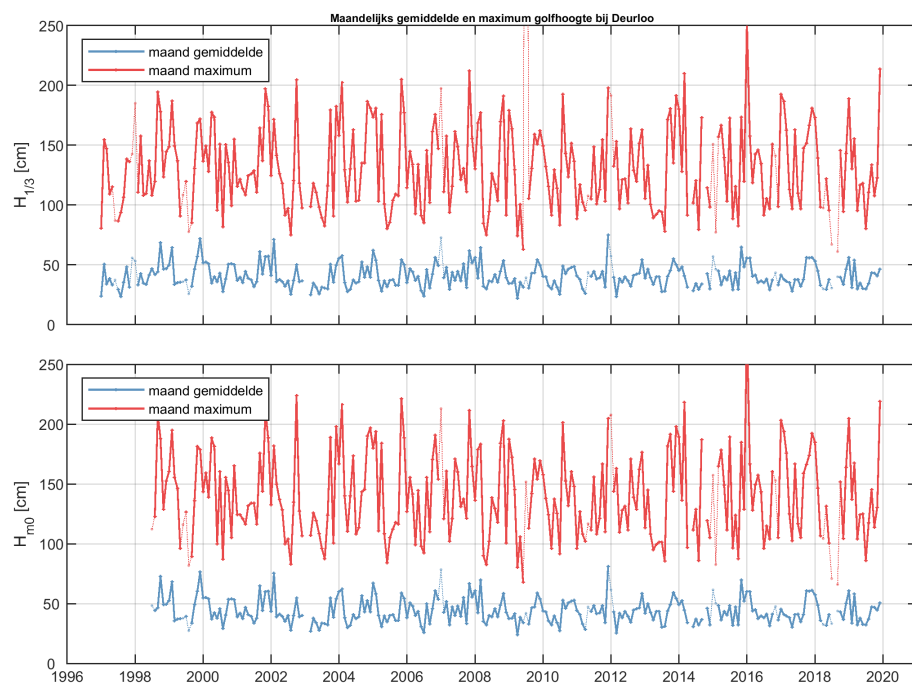


Figure 31: Maandelijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte $H_{1/3}$ (boven) en H_{m0} (onder) voor station Deurloo.

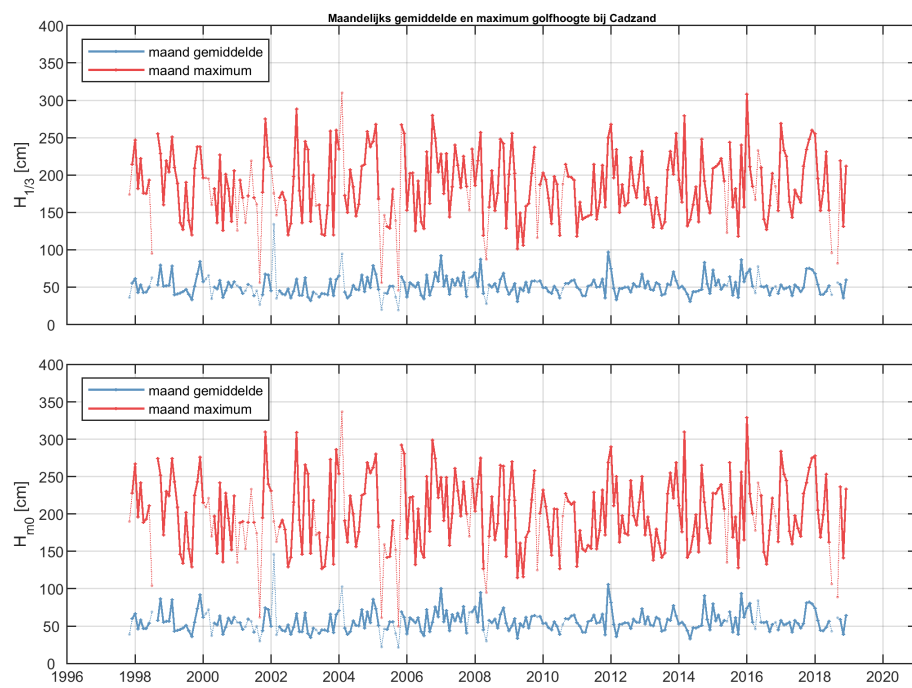


Figure 32: Maandelijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte $H_{1/3}$ (boven) en H_{m0} (onder) voor station Cadzand

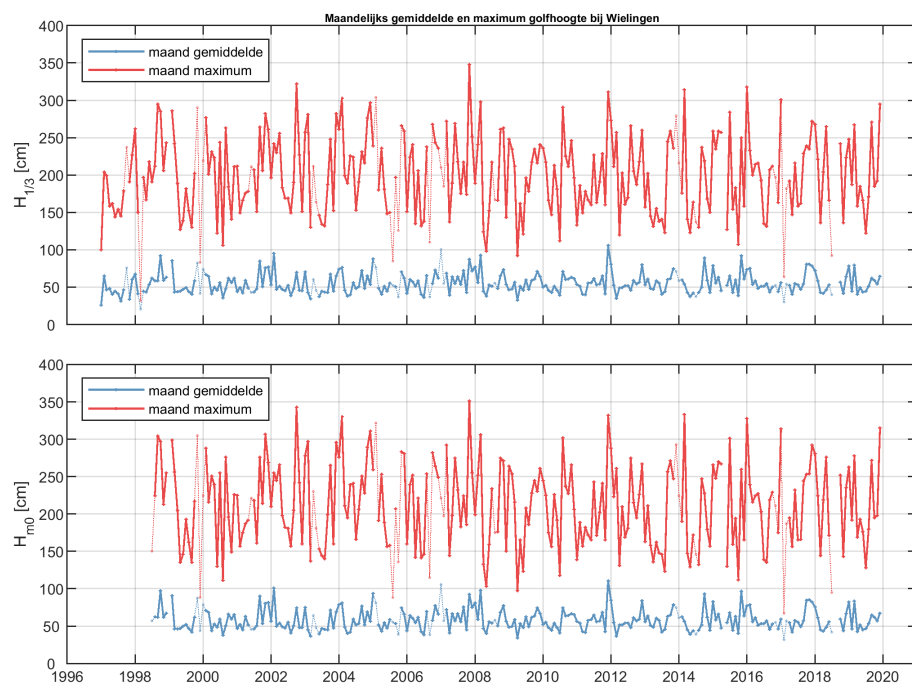


Figure 33: Maandlijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte $H_{1/3}$ (boven) en H_{m0} (onder) voor station Wielingen

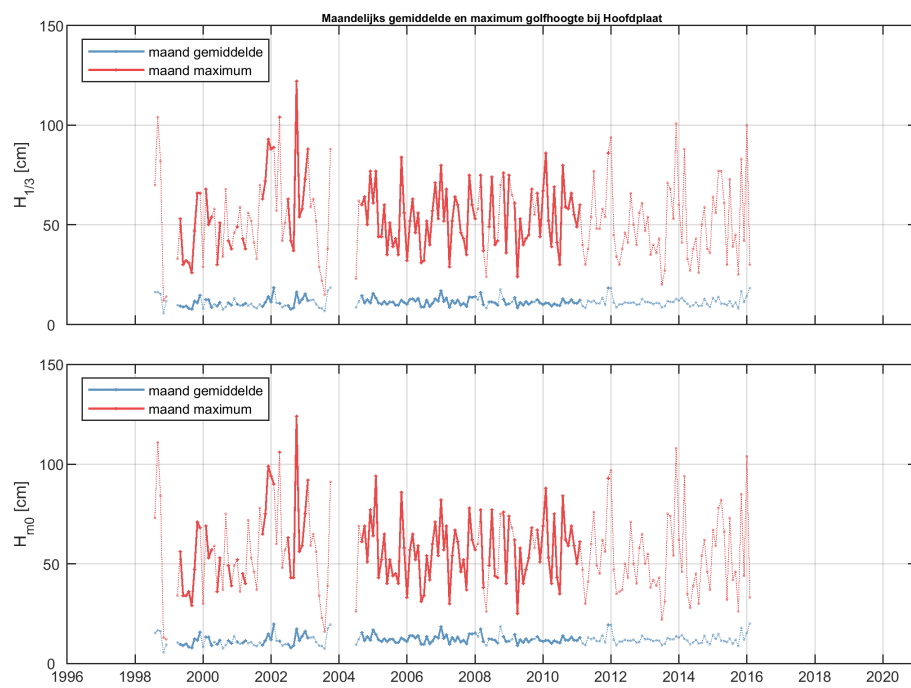


Figure 34: Maandelijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte $H_{1/3}$ (boven) en H_{m0} (onder) voor station Hoofdplaat.

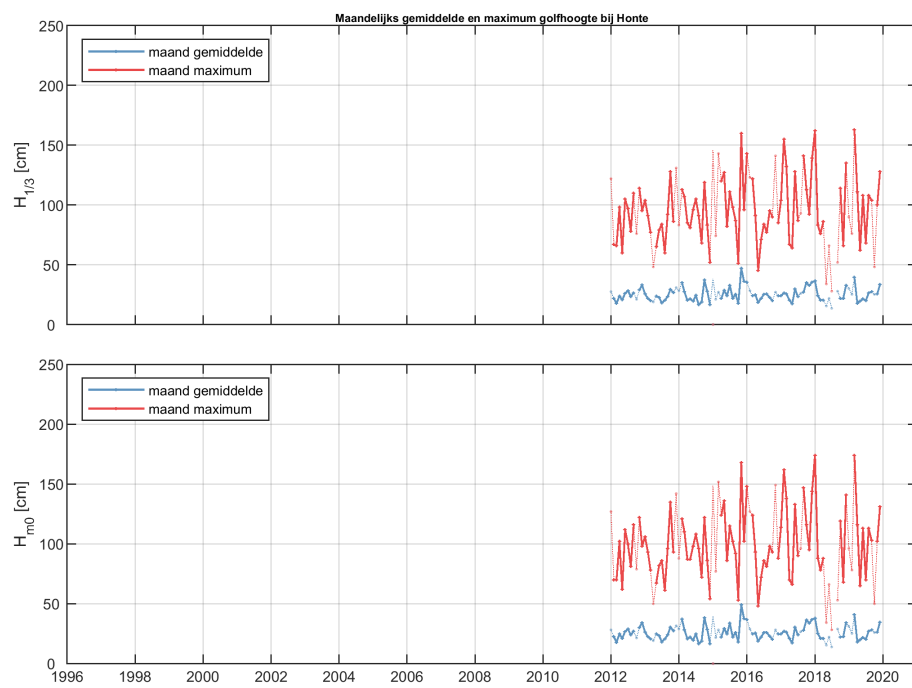


Figure 35: Maandelijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte $H_{1/3}$ (boven) en H_{m0} (onder) voor station Honte.

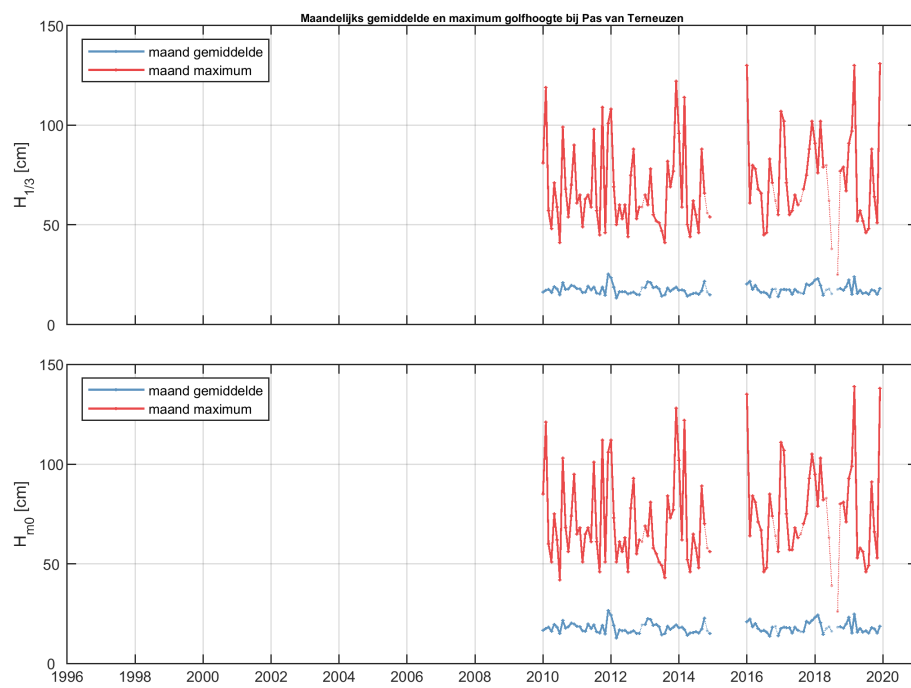


Figure 36: Maandelijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte $H_{1/3}$ (boven) en H_{m0} (onder) voor station Pas van Terneuzen.

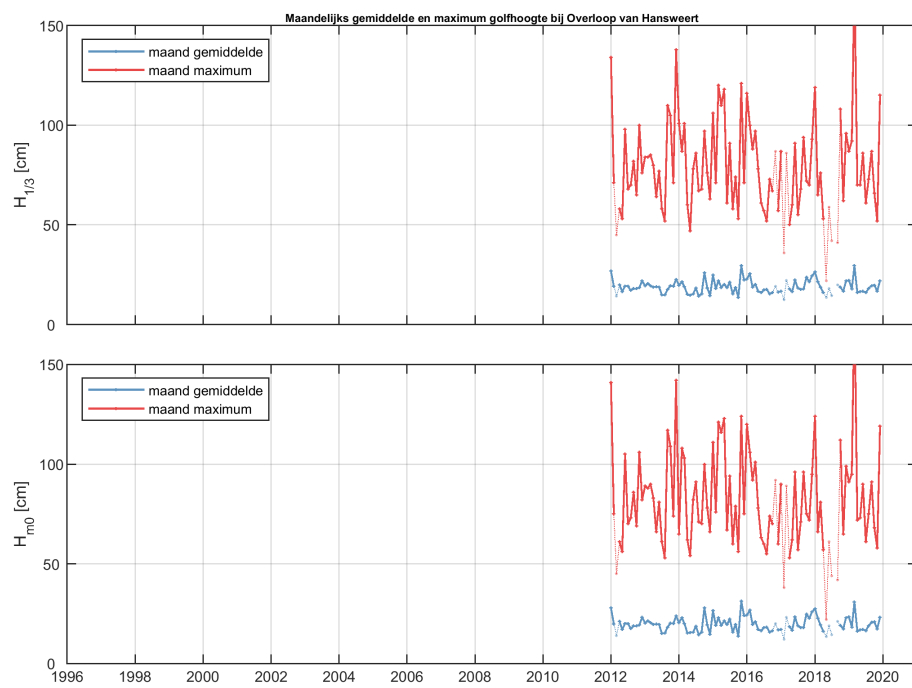


Figure 37: Maandlijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte $H_{1/3}$ (boven) en H_{m0} (onder) voor station Overloop van Hansweert.

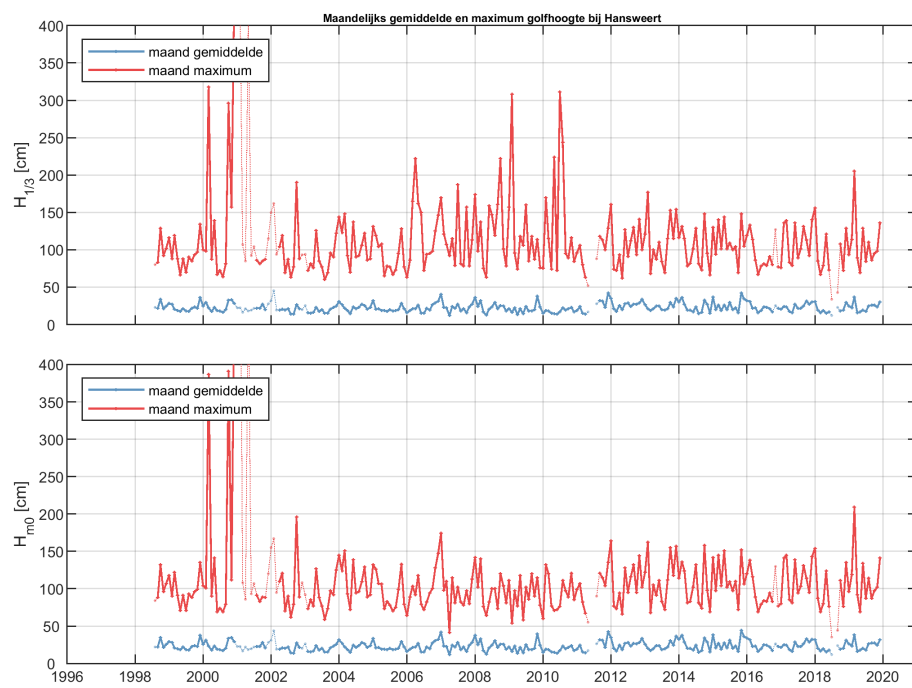


Figure 38: Maandelijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte $H_{1/3}$ (boven) en H_{m0} (onder) voor station Hansweert.

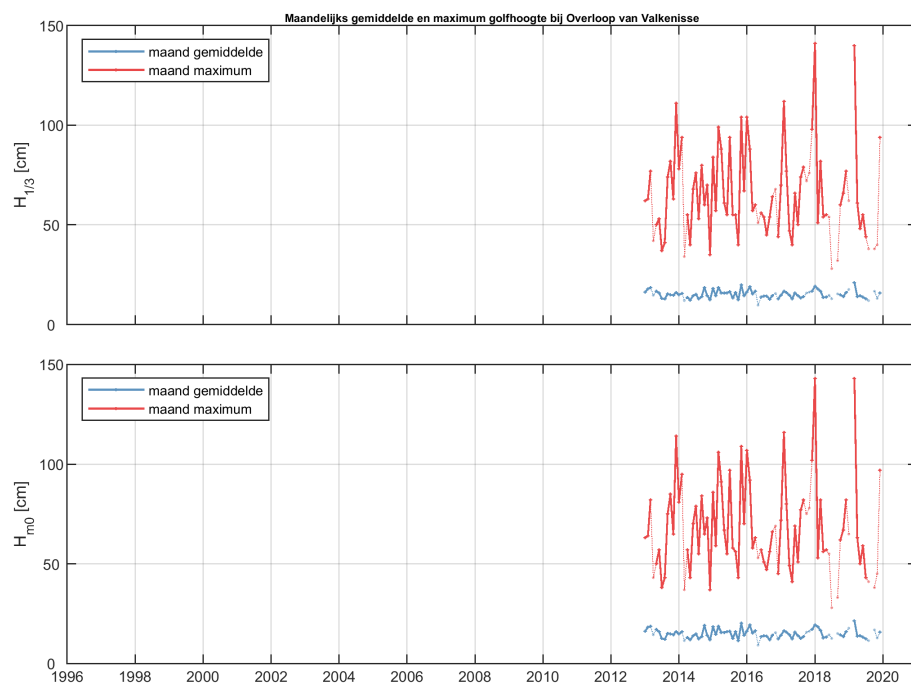


Figure 39: Maandlijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte $H_{1/3}$ (boven) en H_{m0} (onder) voor station Overloop van Valkenisse.

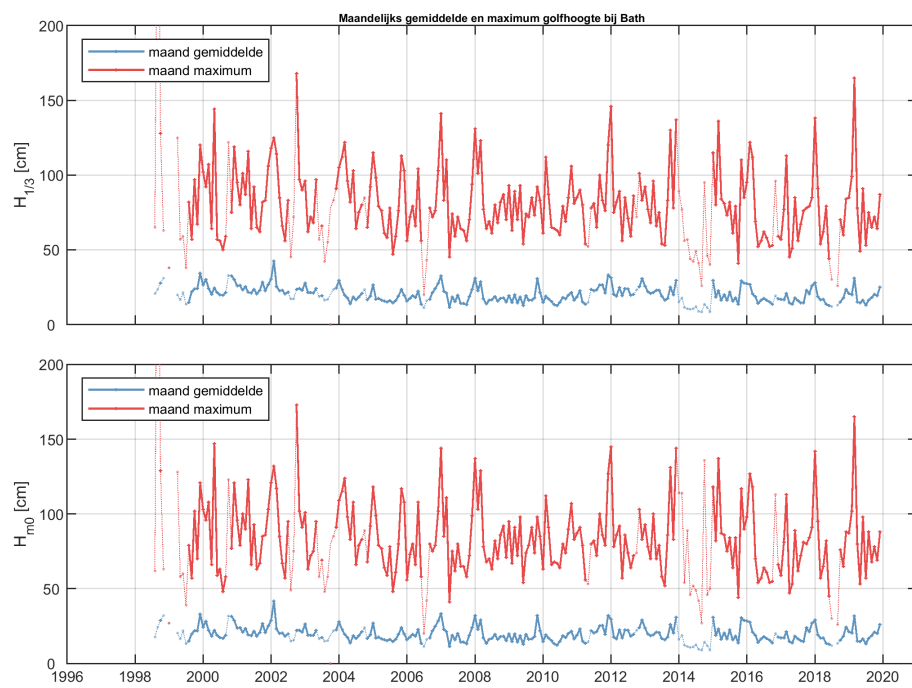


Figure 40: Maandelijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte $H_{1/3}$ (boven) en H_{m0} (onder) voor station Bath.

Table 7: Gemiddelde en maximale waarden voor de golfperiode (zowel $T_{H,1/3}$ als T_{m02}) voor alle stations.

Station	$T_{H,1/3,gem}$	$T_{H,1/3,max}$	$T_{m0,gem}$	$T_{m0,max}$
BAT2	5.0	20.8	1.9	3.6
Cadw	4.7	8.3	3.8	6.1
Deurloo	4.9	8.1	3.8	6.1
HAWI	3.9	13.7	2.0	3.4
HFPL	4.0	11.0	1.6	4.2
HNTE	4.4	7.6	2.5	5.1
OVHW	4.1	8.0	2.1	4.2
OVVA	4.4	11.1	2.3	5.1
PVT	4.0	6.4	2.2	4.1
Wiel	4.4	8.2	3.1	5.7

of afname van de golfperiode. Wel opvallend dat de golfperiode $T_{H,1/3}$ sinds 2015 voor de meeste stations langer is dan in 2014. Er is geen voor de hand liggende verklaring voor deze observatie.

De gemiddelde golfperiode behorende bij het hoogste 1/3 deel van de golven is duidelijk anders dan de gemiddelde golfperiode uit het spectrum, waarbij het spectrale gemiddelde van het kwadraat van de frequentie van alle golven is bepaald. %alle golven worden meegenomen. Hogere golven hebben een langere periode, zoals blijkt het verschil tussen $T_{H,1/3}$ en T_{m02} . Vooral in de Westerschelde is het verschil tussen de twee periodeparameters groot. Mogelijk speelt een rol dat $T_{H,1/3}$ gedomineerd wordt door niet-lokaal opgewekte golven, en T_{m02} door kortere lokaal opgewekte golven. Er is geen voor de hand liggende reden hiervoor te noemen. Voor beide periodeparameters geldt dat de golven in de monding de langste periode hebben, zoals te zien in Figuur 41. De maximale gemiddelde golfperiode van lokaal opgewekte golven in de Westerschelde wordt, op basis van Breugem (2006), geschat op 4,3 seconden. Dit is gebaseerd op een strijklengte van 10 kilometer met een wind snelheid van 22 m/s. Voor stations op de Noordzee loopt de maximale golfperiode op tot +/- 18 seconden (e.g. swell condities). Langere golfperiodes hoeven niet noodzakelijkerwijs incorrect te zijn, maar het is twijfelachtig dat golfperiodes van meer dan 15 s en soms zelfs 30 s aan windgolven toe te schrijven, zeker als die op slechts op één locatie tegelijk optreden. Het is goed mogelijk dat de waarnemingen als bij Hansweert (Figuur 50) samenhangen met scheepsgolven of met effect van een schip dat voorbij komt.

Figuur 42 laat de empirische distributie van gemiddelde golfperiode op basis van alle beschikbare data zien. Hierin constateren we dat de mediaan van de golfperiode in de Westerschelde tussen de 1,5 en 4,0 seconden ligt. Voor de stations in de Westerschelde heeft 10% van de golven een periode korter dan 2 seconden. Algemeen geldt dat golven in de monding golfperiodes van 3-4 seconden hebben. In de Westerschelde neemt dit af en zijn er golf periodes van 1,5 tot 3 seconden. Opvallend is dat de golfperiode bij Cadzand langer is dan Wielingen.

4 Oppervlaktewater - Fysisch-chemische parameters

Voor de bepaling van de fysisch-chemische parameters in het oppervlaktewater en in zwevend stof vinden in het kader van MWTL vaartochten plaats, waarbij op vaste punten monsters worden genomen op ca. 1.5 m onder het wateroppervlak. In dit hoofdstuk zijn de metingen in oppervlaktewater opgenomen. Naast de periodieke metingen die met de vaartochten worden uitgevoerd zijn er in de jaren 2012 t/m 2014 continue metingen uitgevoerd voorzien van een aantal parameters in het oppervlaktewater op de locatie Overloop van Hansweert.

4.1 Informatie over de metingen

De periodieke metingen worden uitgevoerd tijdens vaartochten. In totaal zijn er drie verschillende vaartochten waarbij telkens op vaste locaties in de Westerschelde monsters worden genomen van het opper-

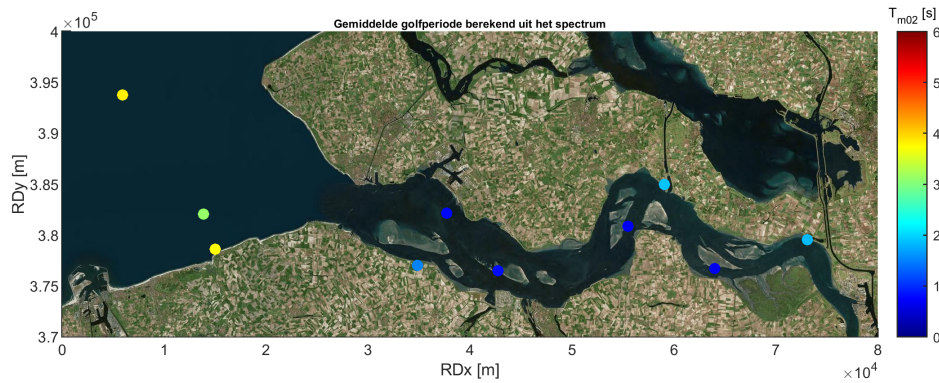


Figure 41: Gemiddelde significante golfperiode per station berekend op basis van het spectrum voor alle beschikbare data vanaf 1998.

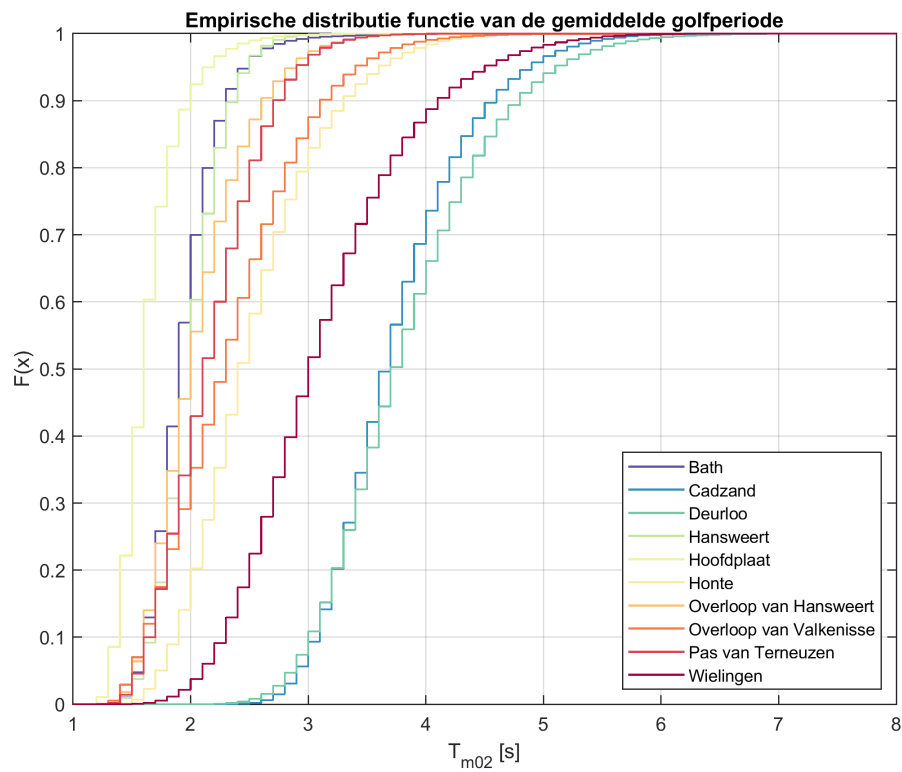


Figure 42: Empirische distributiefunctie voor de significante golfperiode berekend op basis van het spectrum voor alle beschikbare data vanaf 1998.

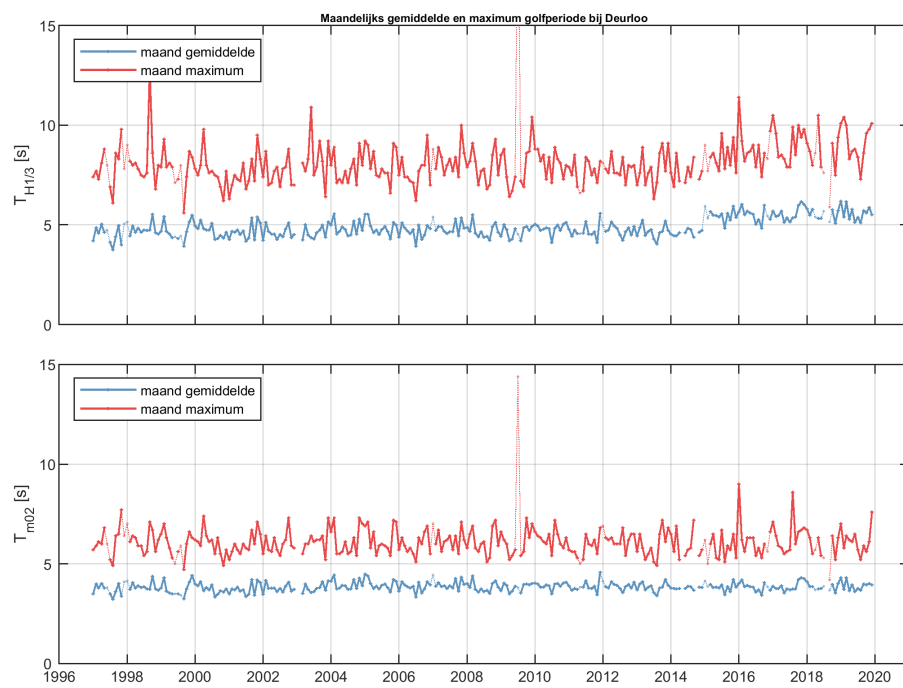


Figure 43: Maandelijks gemiddelde en maximum van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Deurloo.

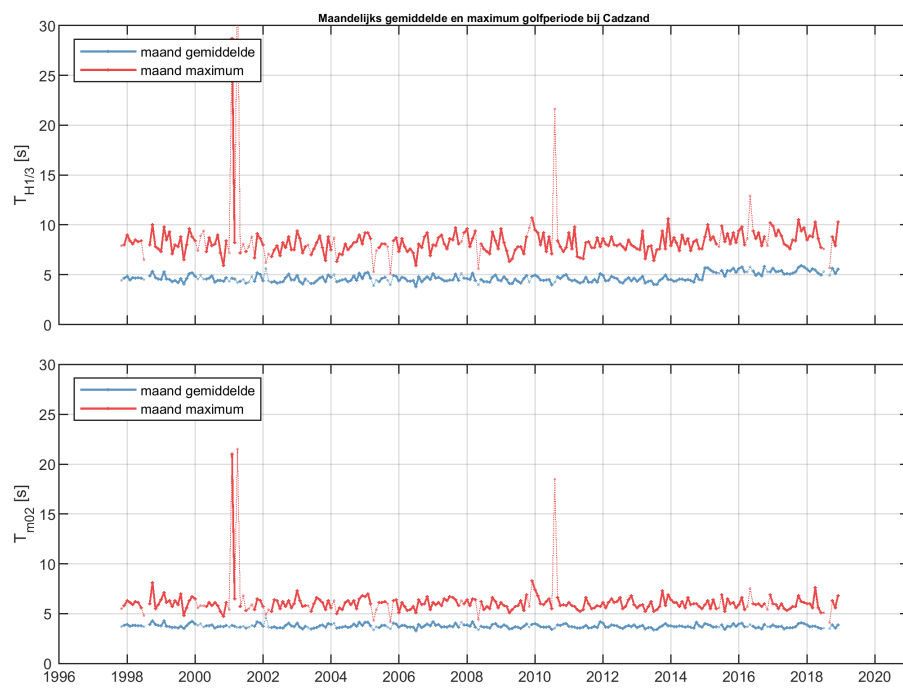


Figure 44: Maandelijks gemiddelde en maximum van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Cadzand.

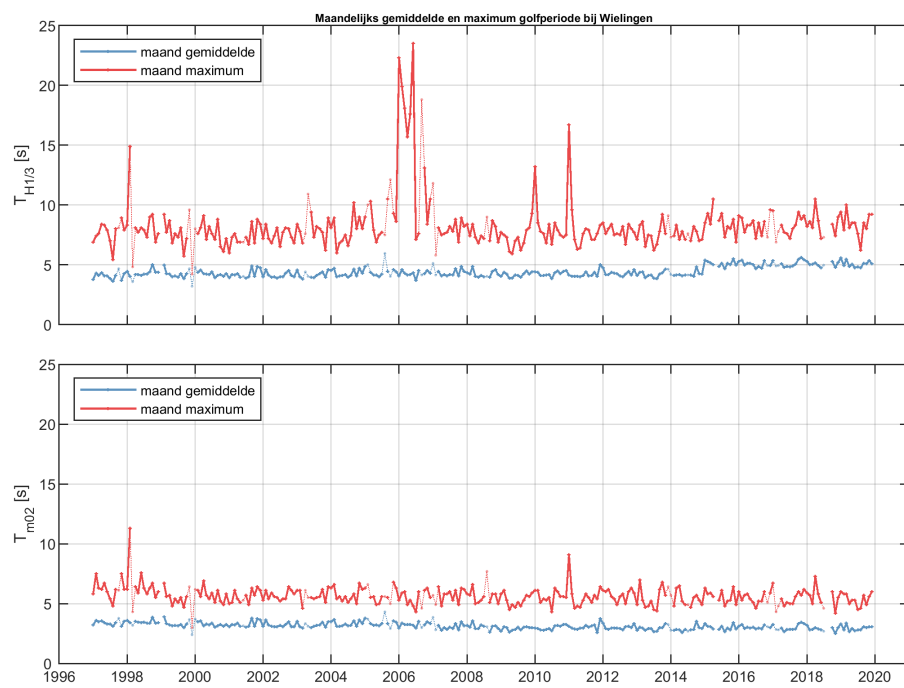


Figure 45: Maandelijks gemiddelde en maximum van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Wielingen.



Figure 46: Maandelijks gemiddelde en maximum van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Hoofdplaat.

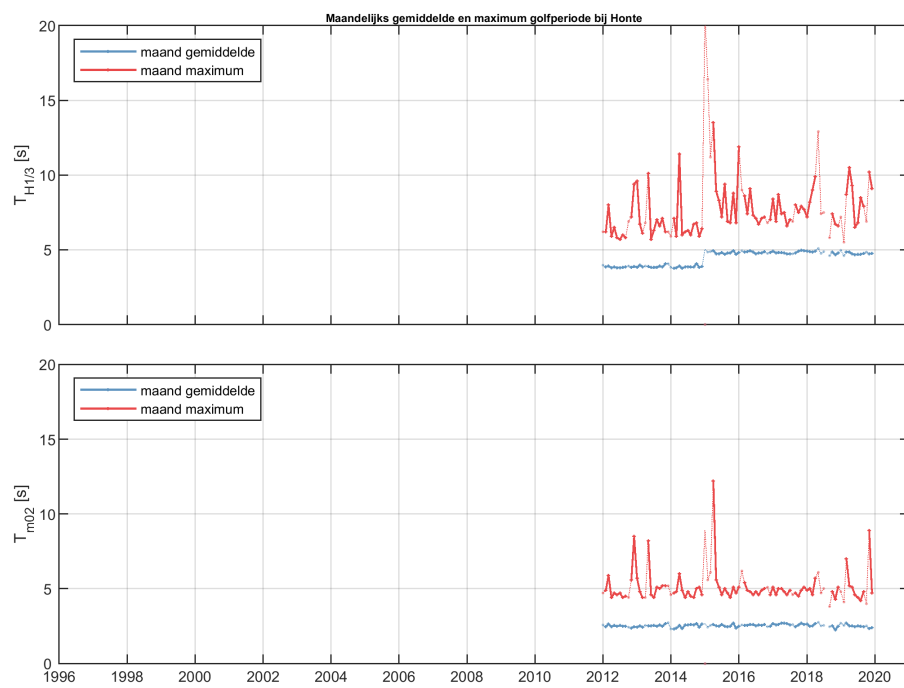


Figure 47: Maandelijks gemiddelde en maximum van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Honte.

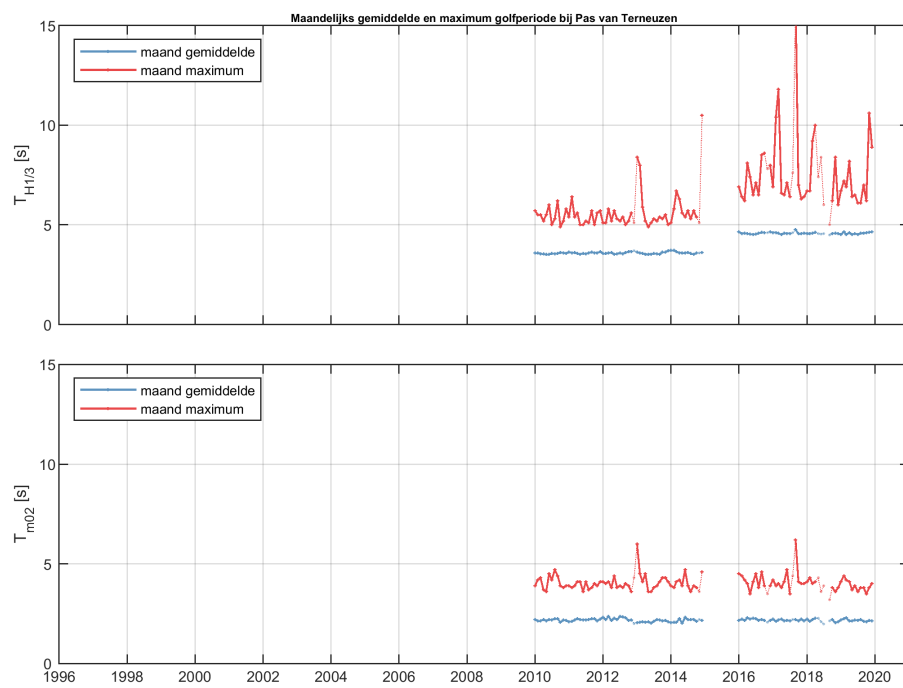


Figure 48: Maandelijks gemiddelde en maximum van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Pas van Terneuzen.

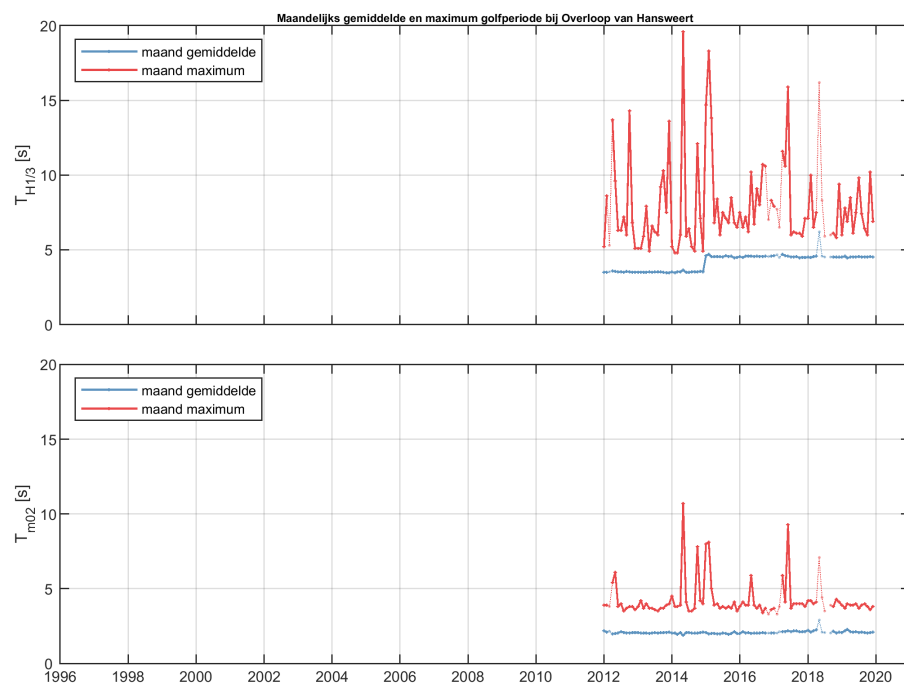


Figure 49: Maandlijks gemiddelde en maximum van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Overloop van Hansweert.



Figure 50: Maandelijks gemiddelde en maximum van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Hansweert.

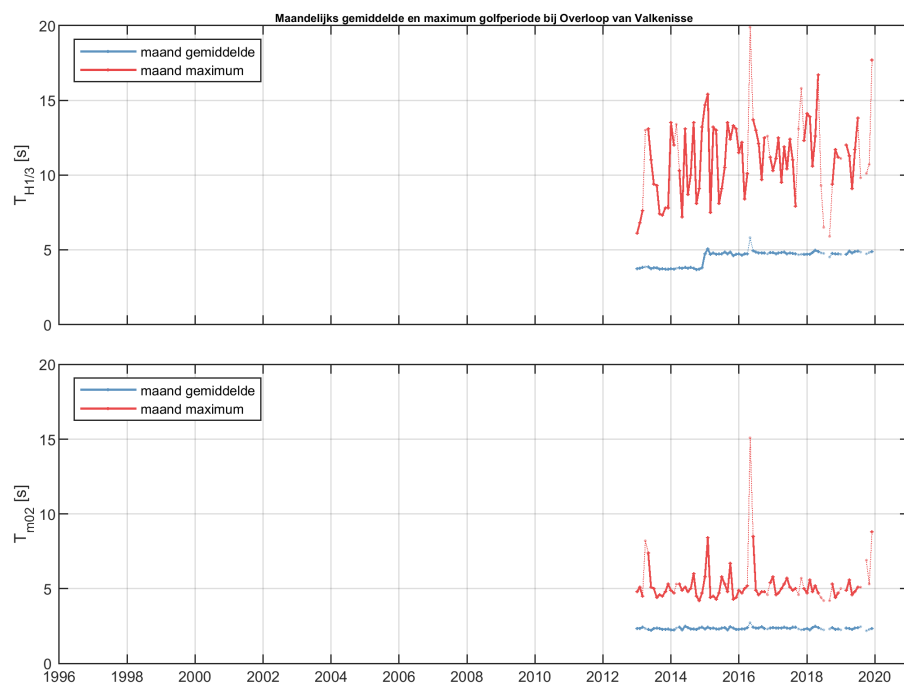


Figure 51: Maandelijks gemiddelde en maximum van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Overloop van Valkenisse.

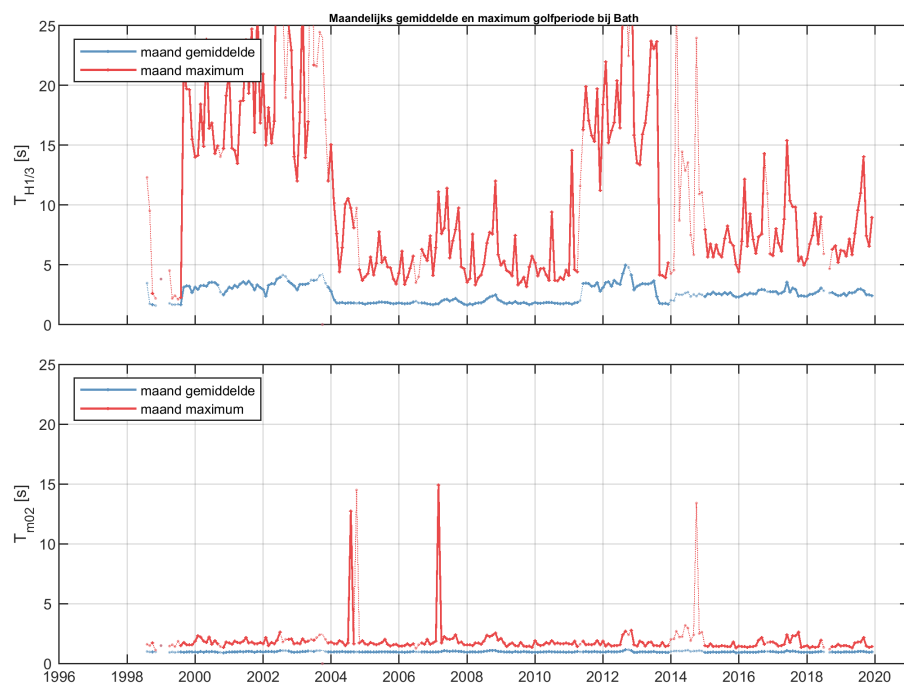


Figure 52: Maandelijks gemiddelde en maximum van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Bath.

vlaktewater, zie Figuur 53. De frequentie van de vaartochten hangt af van de plaats en het seizoen. Het meetprotocol voor 2015 is terug te vinden in het meetplan MWTL 2015 Bogaart-Scholte et al. (2014). Voor zover bekend is het meetprotocol in 2018 onveranderd ten opzichte van de jaren daarvoor. Schaar van Ouden Doel valt hierbij onder zoete wateren en wordt elke twee weken bemonsterd (26 metingen per jaar). In de zomermaanden (maart t/m september) wordt vaartocht 11 (Hansweert geulen, Vlissingen boei SSVH) twee keer per maand uitgevoerd en buiten deze periode en voor Terneuzen boei 20 eens per maand. Vaartocht 11 wordt altijd op eenzelfde tijdstip ten opzichte van hoogwater uitgevoerd en start één uur voor hoogwater in Vlissingen. Vaartocht 16 (Walcheren 2 en 20 km uit de kust) wordt maandelijks uitgevoerd en vindt plaats op willekeurige tijdstippen. Wanneer er van een de parameters geen waarden zijn ingewonnen bij deze stations is er getracht het aantal stations dat wordt gepresenteerd aan te vullen met of station Wielingen en/of Hoedekenskerke (zie Figuur 53 voor de locaties).

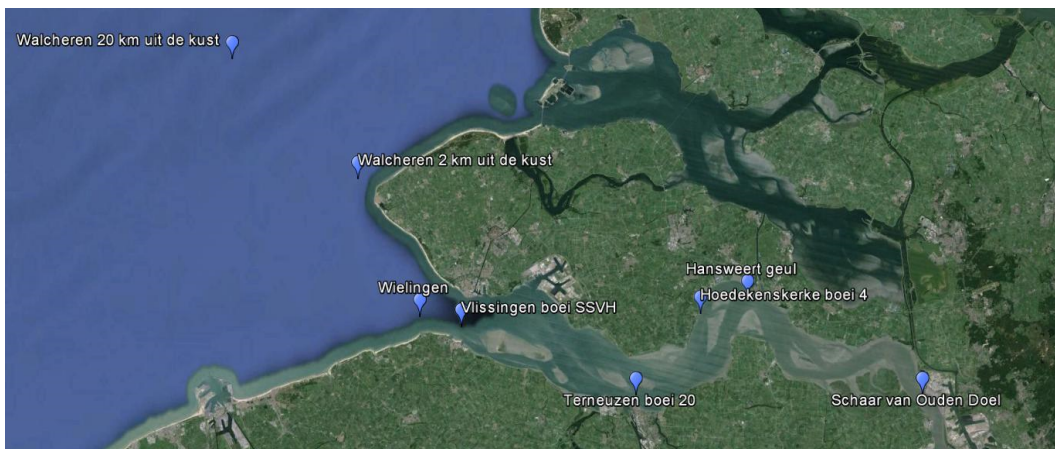


Figure 53: Ligging van de meetstations voor het oppervlaktewater

De meetdata worden gepresenteerd door middel van jaargemiddelden, en de minimale en maximale waarde die in elk jaar gemeten is. Voor sommige parameters zijn ook maandgemiddelden en/of seizoensgemiddelden weergegeven. Bij het middelen van parameters over een bepaalde periode is de datadichtheid van belang. Een overzicht van het aantal metingen per parameter, per station, per jaar is daarom opgenomen in Bijlage B.1.

Voor sommige parameters geldt dat de meetwaarde gelijk of lager is dan de detectiegrens van het meetinstrument. Indien dit het geval is, wordt dit beschreven in de begeleidende tekst en is detectiegrens meegenomen als meetwaarde. Hierdoor kunnen gemiddelden een iets hogere waarde weergeven dan wanneer gemiddeld was over de waarden die daadwerkelijk hebben plaatsgevonden. Daarnaast is meestal een lineaire trendlijn vanaf het jaar 2000 toegevoegd, zodat de trend niet direct beïnvloed wordt door de tweede verzuiming in 1997-1998. Gemiddelde, minimale en maximale waarden in bijgevoegde tabellen zijn gebaseerd over de tijdsperiode weergegeven in de figuren. Voor de meeste parameters en stations betreft dit de periode 1996-heden, en voor kortere meetreeksen is gemiddeld over de beschikbare periode.

4.2 Saliniteit

Metingen van geleidendheid en temperatuur kunnen worden omgerekend naar saliniteit. De saliniteit is een maat voor de zoutindringing in het estuarium en is afhankelijk van het getij en de zoetwaterafvoer vanaf de Zeeschelde. De meting wordt tegelijkertijd uitgevoerd met metingen van andere fysisch-chemische parameters in het oppervlaktewater, omdat deze parameters afhankelijk zijn van de saliniteit. Deze parameters kunnen op die manier plaats onafhankelijk worden gezien, als functie van de opgetreden saliniteit. De saliniteit geeft namelijk aan in hoeverre het oppervlaktewater al is vermengd met relatief schoon zeewater. De saliniteit varieert met de seizoenen en daarom zijn zowel jaargemiddelden, -minima en -maxima, seizoensgemiddelden als maandgemiddelden weergegeven.

Table 8: Gemiddelde, minimale en maximale waarden voor de saliniteit (DIMSLS) voor alle stations berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Afkorting	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	SvOD	9.3	18.2	0.9	0.30	0.47
Hansweert geul	HwG	19.9	33.2	6.6	0.29	0.54
Terneuzen boei 20	TB20	24.2	29.7	14.5	0.21	0.46
Vlissingen boei SSVH	VB	29.7	34.3	21.0	0.10	0.32
Walcheren 2 km uit de kust	W2	32.1	34.6	28.6	0.04	0.19
Walcheren 20 km uit de kust	W20	33.3	35.4	30.9	0.02	0.06

4.2.1 Jaargemiddelde

Figuur 54 toont de jaargemiddelde saliniteit per station samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. De stations zijn gerangschikt in stroomafwaartse richting. Daarnaast zijn in Tabel 8 zijn de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station weergegeven.

De zoutgehalten nemen af in stroomopwaartse richting zoals te zien is in Figuur 55 ten gevolge van de zoetwaterafvoer van de Schelde. Bij Schaar van Ouden Doel bedraagt de saliniteit nog circa een kwart van de saliniteit op zee. De variabiliteit in saliniteit neemt toe in stroomopwaartse richting, zowel binnen een jaar, getuige de minimum en maximum waarden, als tussen de jaren. Uit de grafieken blijkt dat de jaargemiddelde saliniteit nabij Hansweert geul rond het jaar 2001 een minimum had. De jaren direct na 2001, tot ca. 2004, tonen een sterke stijging. Na 2004 is de stijging minder sterk. Bij Terneuzen boei 20 is eenzelfde patroon zichtbaar. In meer zeewaartse richting neemt de variatie in saliniteit af, door grotere invloed van het getij. Over alle beschikbare data lijkt er een toename van de saliniteit, met name bij Hansweert geul, maar deze trend is niet significant.

Over alle beschikbare data heeft Hansweert geul een toename van de saliniteit van 0.32 DIMSLS per jaar maar met een lage positieve correlatie, zie Tabel 8. Om een duidelijk beeld te krijgen waardoor de ontwikkeling in de saliniteit wordt veroorzaakt zal naast de saliniteit ook de rivierafvoer en getijdoordringing bekeken moeten worden.

4.2.2 Gemiddelde waarde in de zomer en de winter

Figuur 56 toont de zomergemiddelde en wintergemiddelde saliniteit per jaar voor de verschillende stations. Ook hier is te zien hoe de zoutgehalten afnemen in stroomopwaartse richting. Het zoutgehalte in de zomer is ongeveer gelijk aan het zoutgehalte in de winter.

4.2.3 Maandgemiddelde

Figuur 57 toont de maandgemiddelden van de saliniteit per jaar voor de verschillende stations. Voor de wintermaanden is dit meestal maar één meetwaarde. Voor de zomermaanden zijn het voor Hansweert geul en Vlissingen boei SSVH twee à drie meetwaardes. De fluctuaties tussen de jaren zijn bij de meer bovenstroom gelegen stations gedurende de zomermaanden kleiner dan in de wintermaanden.

4.3 Watertemperatuur

De watertemperatuur is vooral belangrijk in relatie tot biologische parameters. De watertemperatuur wordt ook gebruikt om samen met de geleidendheid de saliniteit te berekenen. Deze is 1 meter onder het wateroppervlak gemeten.



Figure 54: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van de saliniteit in de Westerschelde en in de monding.

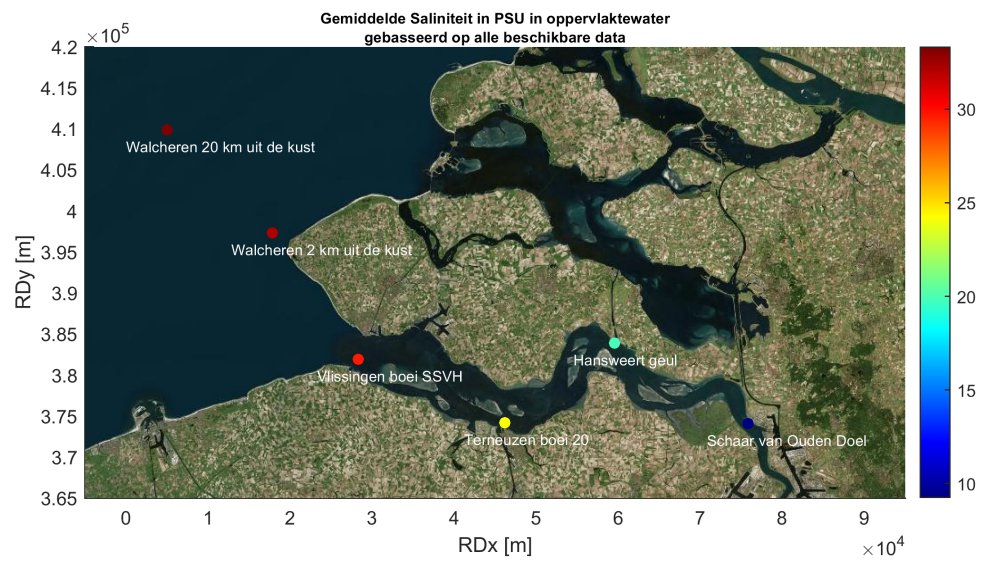


Figure 55: Gemiddelde saliniteit per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1997.

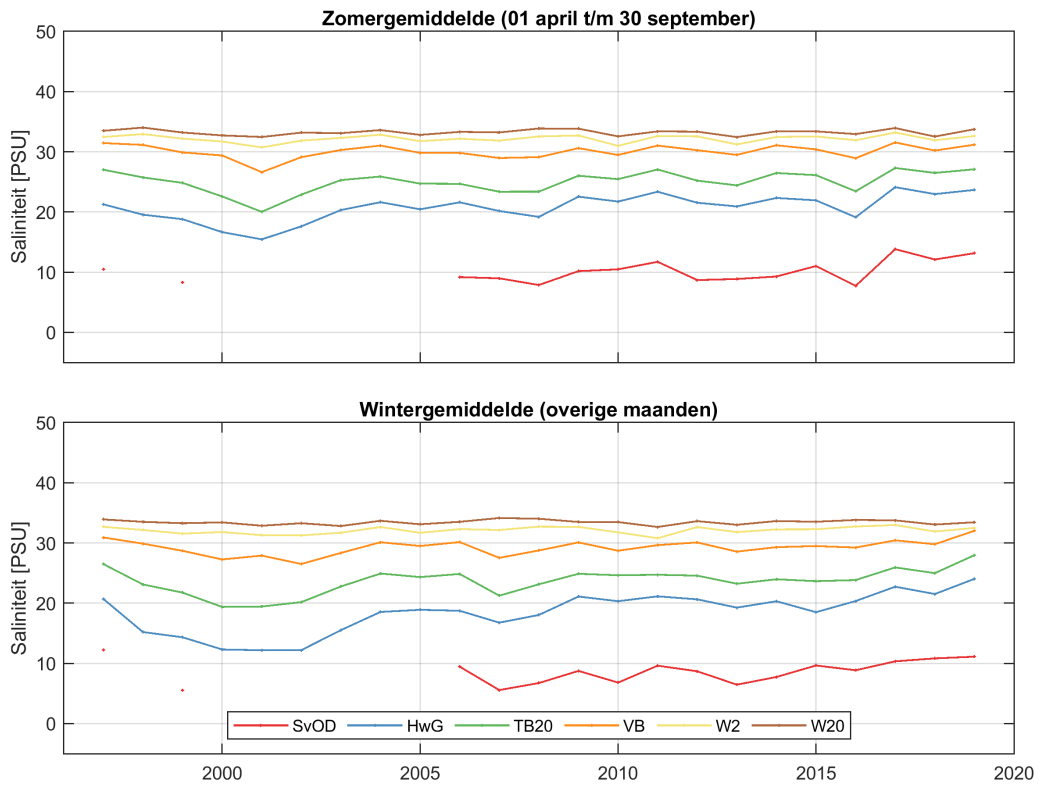


Figure 56: Gemiddelde saliniteit gedurende de zomer en de winter in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

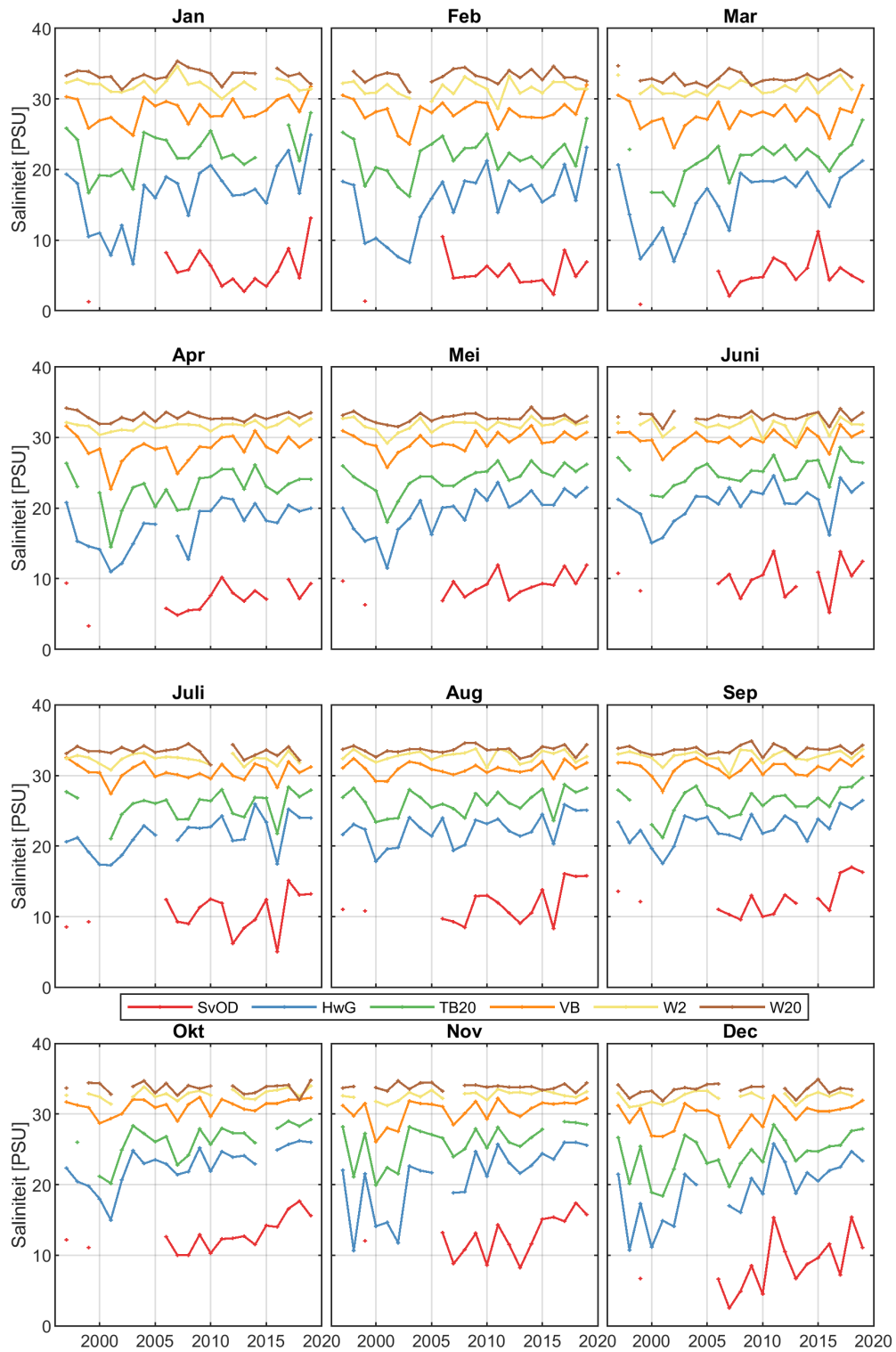


Figure 57: Maandgemiddelde saliniteit in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

Table 9: Gemiddelde, minimale en maximale waarden voor de watertemperatuur in graden Celcius voor alle stations berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Afkorting	Gemiddelde	Maximum	Minimum
Schaar van Ouden Doel	SvOD	13.9	25.2	0.9
Hansweert geul	HwG	13.9	23.8	-0.8
Terneuzen boei 20	TB20	12.2	23.2	-0.7
Vlissingen boei SSVH	VB	13.3	23.0	0.0
Walcheren 2 km uit de kust	W2	11.8	21.2	1.3
Walcheren 20 km uit de kust	W20	12.1	21.1	2.0

4.3.1 Jaargemiddelde

Figuur 58 toont de jaargemiddelde watertemperatuur per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 9 de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station weergegeven.

De jaargemiddelde watertemperatuur vertoont over de weergegeven periode geen duidelijk zichtbare trends en ligt ongeveer tussen de 5 en 20 graden Celsius. De extreme waarden tonen dat in de zomer de watertemperatuur in het oostelijk deel van de Westerschelde kan pieken tot waarden van ca. 25 graden Celsius. Aan de zeezijde van het estuarium wordt de temperatuur 's zomers meestal niet veel hoger dan 20 graden Celsius. In de winter kan de temperatuur tot nabij het vriespunt dalen.

De gemiddelde temperatuur is weergegeven in Figuur 59 en ligt rond de 12 graden. De temperatuur bij Vlissingen, Hansweert geul en Schaar van Ouden Doel is iets hoger dan bij Terneuzen en Walcheren. Er is geen significante trend in temperatuur.

4.3.2 Gemiddelde waarde in de zomer en de winter

Figuur 60 toont de zomer- en wintergemiddelde watertemperatuur per jaar voor de verschillende stations. Wat betreft de ruimtelijke gradiënten valt op dat in de zomer de temperatuur afneemt in stroomafwaartse richting, omdat het zeewater relatief koel is ten opzichte van het water vanaf de Zeeschelde. In de winter is dit patroon minder duidelijk. De zomertemperatuur lijkt de laatste jaren (sinds 2009) af te nemen, terwijl de wintertemperatuur lijkt toe te nemen, deze ontwikkeling is echter statistisch niet significant te noemen. Bovendien is sinds 2016 de zomertemperatuur voor alle stations weer licht gestegen tot het niveau van voor 2009. Ook voor de wintertemperatuur lijkt de temperatuur weer op het niveau van voor 2009.

4.3.3 Maandgemiddelde

Figuur 61 toont de maandgemiddelden van de watertemperatuur per jaar voor de verschillende stations. Voor Terneuzen boei 20, Walcheren 2 km uit de kust en Walcheren 20 km uit de kust betreft dit meestal maar één meetwaarde, voor Schaar van Ouden Doel meestal twee en voor Hansweert geul en Vlissingen boei SSVH één à twee, afhankelijk van het seizoen. De maandgemiddelde waarden tonen grotere fluctuaties dan de seizoens- en jaargemiddelden. Verder bevestigen zij het eerder geschetste beeld. De watertemperatuur in januari is sinds 2016, na uitzonderlijk hoge waarden in 2015, weer terug naar het niveau van eerdere jaren. Verder valt wederom op dat de temperatuur in de zomermaanden van 2016 wat hoger lag dan in 2015. Vooral in de maand september is een duidelijk stijging waargenomen, mogelijk te verklaren vanuit de uitzonderlijk hoge luchttemperaturen in september 2016. In 2017 is de temperatuur weer gezakt naar meer gemiddelde waarden voor september. In de maanden juni en juli is een stijgende trend zichtbaar vanaf 2015 voor alle stations.

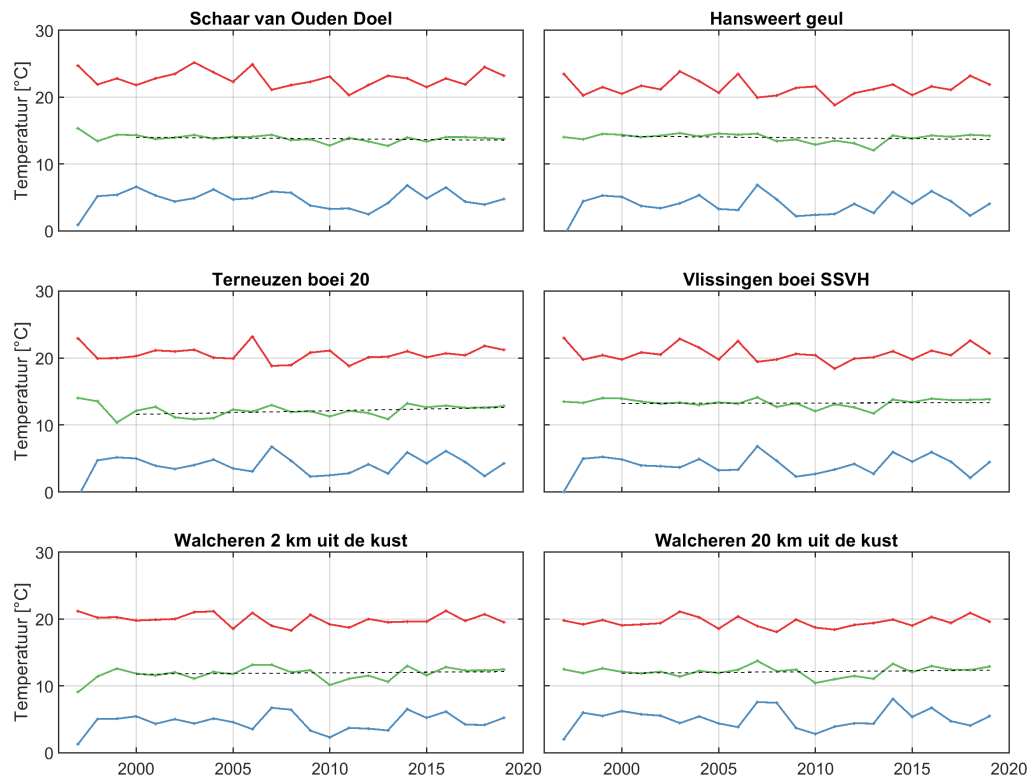


Figure 58: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van de temperatuur in de Westerschelde en in de monding vanaf 1997. In 2015 zijn er bij Walcheren alleen metingen gedaan tussen september en december, hierdoor zijn de gemiddeldes lager dan in andere jaren.

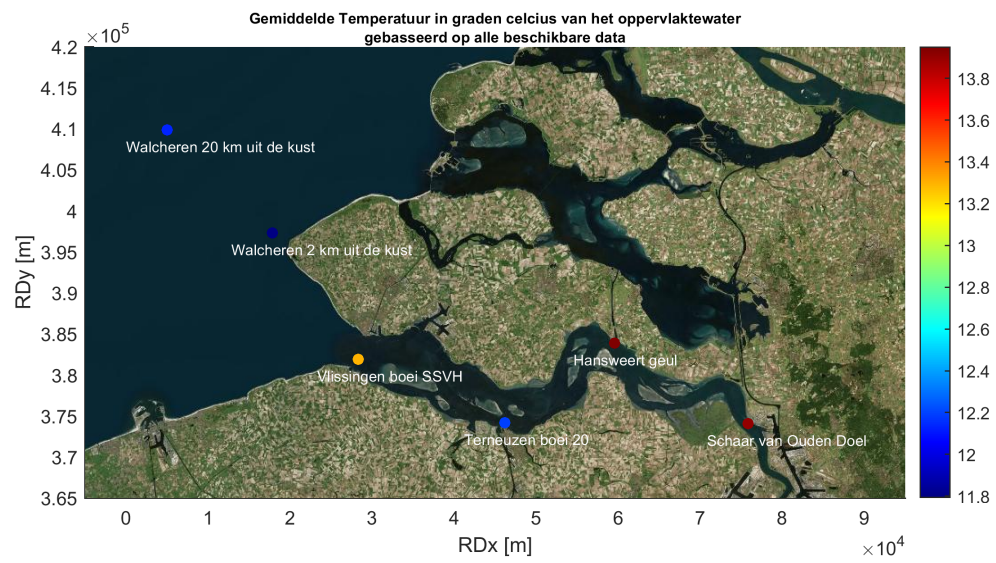


Figure 59: Gemiddelde temperatuur per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1997.

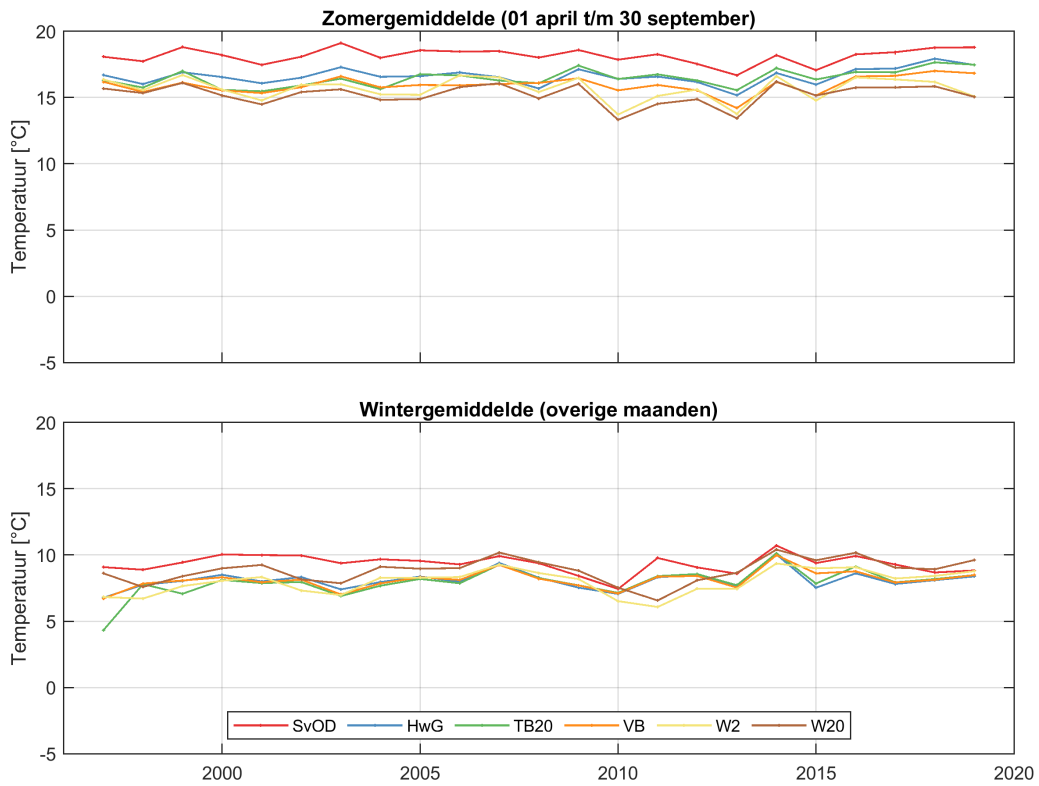


Figure 60: Gemiddelde temperatuur gedurende de zomer en de winter in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

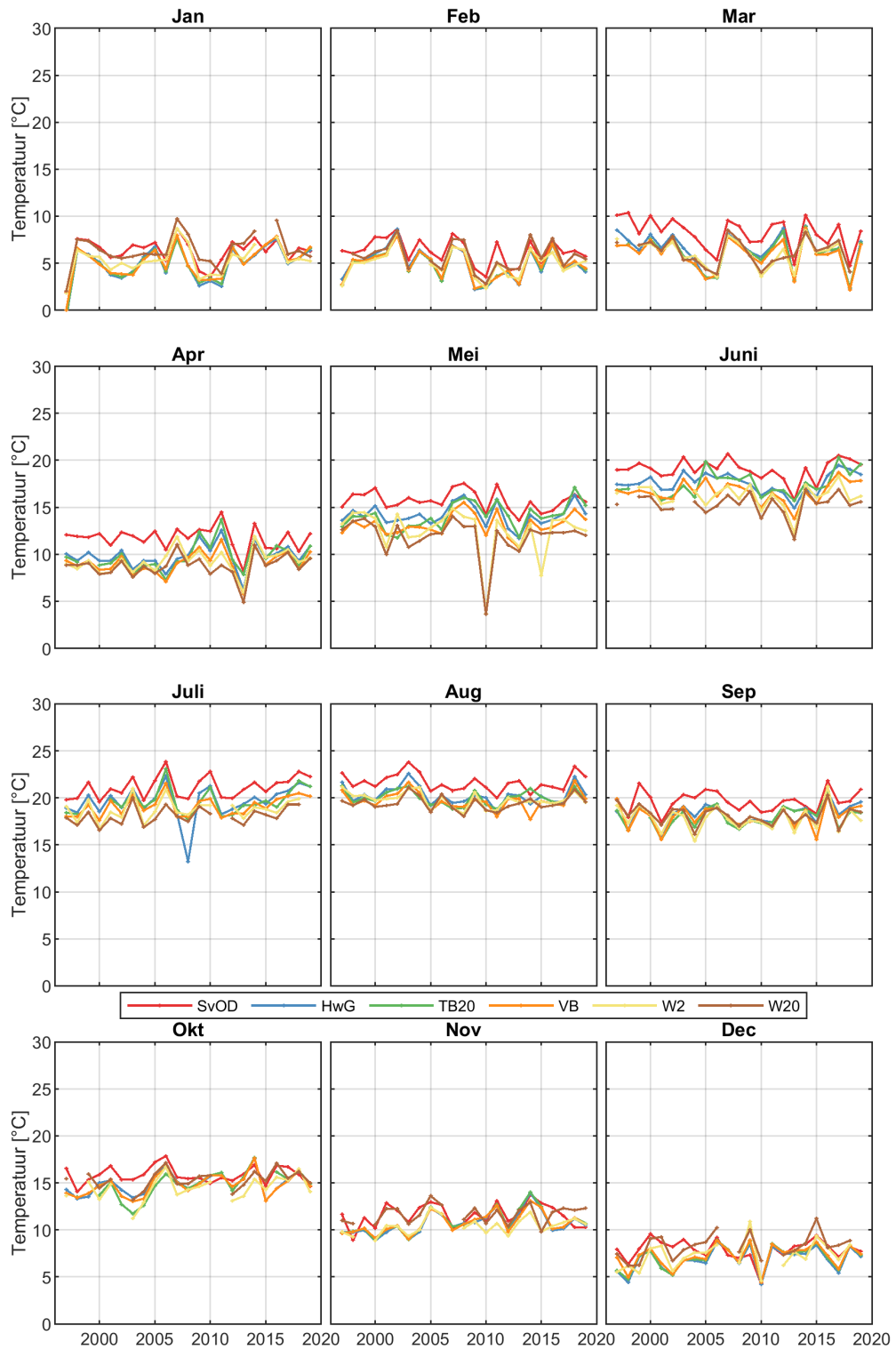


Figure 61: Maandgemiddelde temperatuur in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

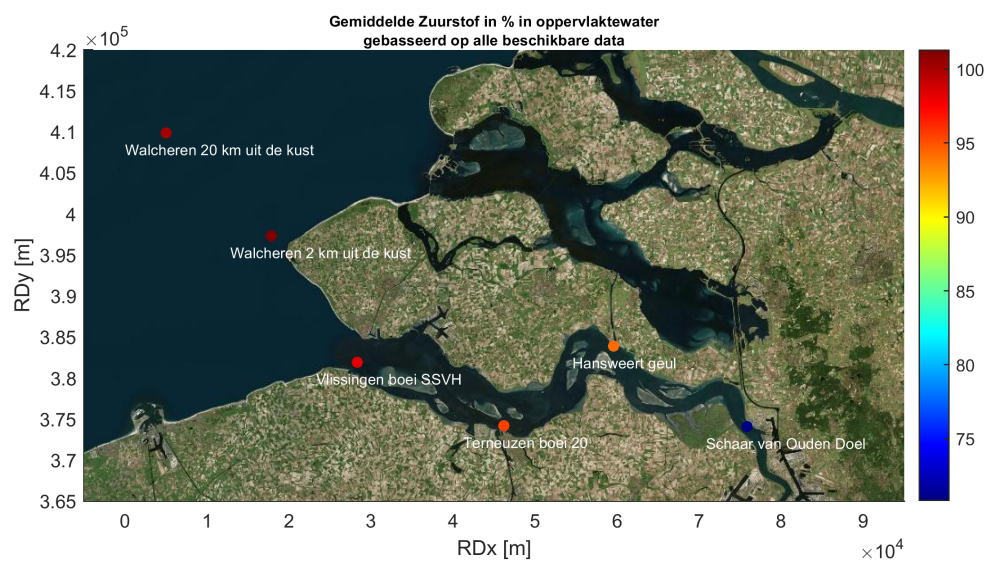


Figure 62: Gemiddelde verzadigingspercentage zuurstof per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1997.

Table 10: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het zuurstofverzadigingspercentage in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996. Daarnaast is de trend per jaar met bijhorende R weergegeven.

Station	Afkorting	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	SvOD	70.8	134	7.0	1.70	0.81
Hansweert geul	HwG	94.2	154	68.0	0.45	0.75
Terneuzen boei 20	TB20	95.5	134	75.0	0.22	0.60
Vlissingen boei SSVH	VB	98.4	175	75.0	0.14	0.18
Walcheren 2 km uit de kust	W2	101.3	157	63.9	-1.37	0.47
Walcheren 20 km uit de kust	W20	100.2	172	67.5	-1.65	0.63

4.4 Zuurstof

Het zuurstofgehalte is van belang bij de beschouwing van biologische parameters. Het zuurstofgehalte wordt 1 meter onder het wateroppervlak gemeten, tegelijkertijd met de saliniteit en de temperatuur. De zuurstofgehalten worden weergegeven als een absoluut gehalte in mg/l en als een percentage van de verzadigingsconcentratie.

De zuurstofverzadigingsconcentratie neemt af met toenemende temperatuur en toenemend zoutgehalte. Dit zorgt voor een seizoensmatige fluctuatie van het absolute zuurstofgehalte. Het verzadigingspercentage wordt hier niet door beïnvloed. Zuurstofgehalten onder de verzadigingsconcentratie wijzen op de afbraak van organisch materiaal, terwijl waarden boven de verzadigingsconcentratie kunnen optreden als gevolg van primaire productie. Op zee (i.e. Walcheren 20 en 2 km uit de kust) is de concentratie boven de 105%. Hansweert, Vlissingen en Terneuzen fluctueren rond de 95%, terwijl Schaar van Ouden Doel rond de 70% hangt, zie Figuur 62. In het verleden zijn de zuurstofgehalten in de Westerschelde erg laag geweest, op sommige plaatsen was zelfs sprake van zuurstofloze situatie, als gevolg van lozingen van huishoudelijk en industrieel afvalwater. Inmiddels is de situatie sterk verbeterd.

4.4.1 Jaargemiddelde verzadigingspercentage zuurstof

Figuur 63 toont het jaargemiddelde zuurstofverzadigingspercentage per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 10 zijn de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station weergegeven.

De resultaten laten een (sterke) onderverzadiging zien (waarden $< 100\%$) op het station Schaar van Ouden Doel. Op dit station is een duidelijke positieve trend waarneembaar, die de laatste jaren wat lijkt af te vlakken, gezien de gemiddelde waarden. De minimale waarden laten nog wel een stijgende trend zien. Het verzadigingspercentage bij Schaar van Ouden Doel is de afgelopen jaren toegenomen met 2% per jaar en deze toename is statistisch significant. Dit kan verklaard worden door een verbetering van de waterkwaliteit. In de rest van de Westerschelde is deze toename lager met matige significantie (Hansweert geul) of niet significant aanwezig (Terneuzen en Vlissingen). Op zee lijkt het verzadigingspercentage juist af te nemen met ongeveer 1% per jaar hoewel deze afname geen significante correlatiecoëfficiënt heeft.

4.4.2 Jaargemiddelde zuurstofgehalte

Figuur 64 toont het jaargemiddelde zuurstofgehalte per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 11 zijn de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station weergegeven.

De resultaten laten de laagste waarden zien op het station Schaar van Ouden Doel. Op dit station is een duidelijke positieve trend waarneembaar die de laatste jaren afvlakt is en waarden gelijk aan de waarden bij Hansweert geul aanneemt. Op de overige stations liggen de gemiddelde waarden dicht bij elkaar, en de



Figure 63: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van het zuurstofverzadigingspercentage in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

Table 11: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het zuurstofgehalte in mg/L in het oppervlakte-water van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Afkorting	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	SvOD	7.1	11.9	0.7	0.16	0.79
Hansweert geul	HwG	8.7	13.6	5.7	0.03	0.22
Terneuzen boei 20	TB20	8.9	12.7	5.8	0.00	0.00
Vlissingen boei SSVH	VB	8.7	15.2	6.2	0.01	0.03
Walcheren 2 km uit de kust	W2	9.1	14.7	5.1	-0.07	0.24
Walcheren 20 km uit de kust	W20	8.9	16.2	5.1	-0.07	0.30

extreme waarden vertonen uitschieters naar ca. 12 mg/l en ca. 15 mg/l. Merk op dat de kleine variaties van jaar tot jaar het gevolg kunnen zijn van temperatuurverschillen die de verzadigingsconcentratie beïnvloeden. In de monding is het zuurstofgehalte iets hoger dan in de Westerschelde.

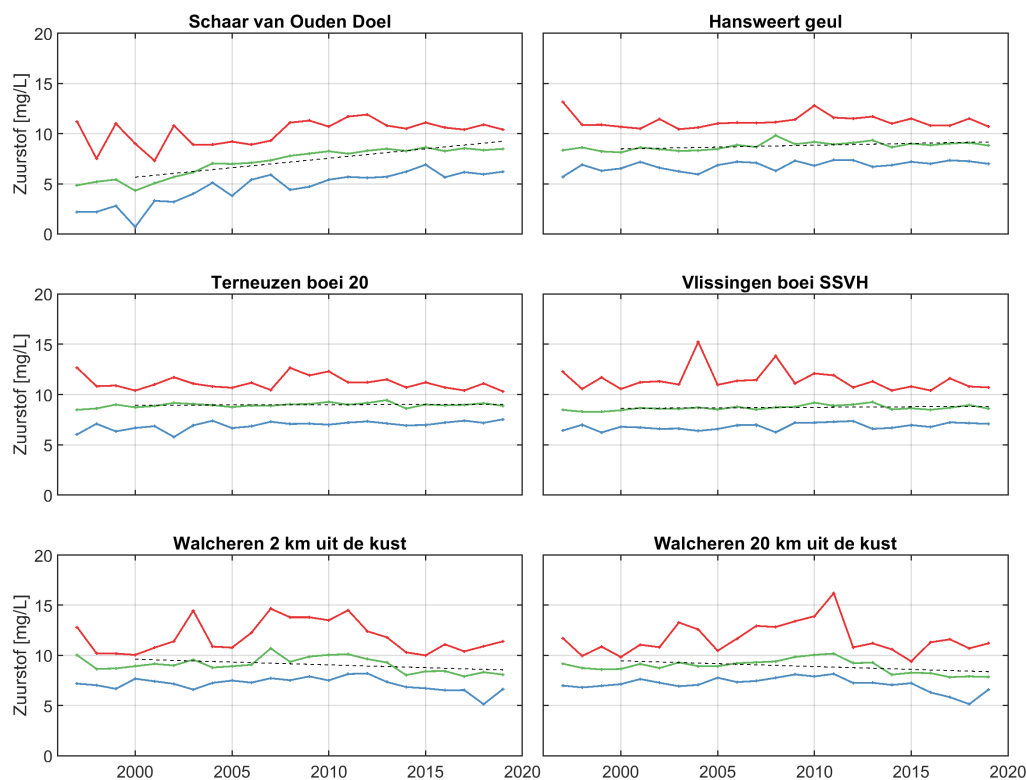


Figure 64: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van het zuurstofgehalte in mg/L in het oppervlakte-water van de Westerschelde en de monding.

4.4.3 Maandgemiddelde verzadigingspercentage zuurstof

Figuur 65 toont de maandgemiddelden van de zuurstofverzadigingsconcentratie voor de verschillende stations. Voor Terneuzen boei 20, Walcheren 2 en 20 km uit de kust betreft dit meestal maar één meetwaarde, voor Schaar van Ouden Doel meestal twee en voor Hansweert geul en Vlissingen boei SSVH één à twee, afhankelijk van het seizoen.

De resultaten laten heel duidelijk zien dat het station Schaar van Ouden Doel de laagste zuurstofgehalten

Table 12: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van chlorofyl-a in μ g/L in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Afkorting	Gemiddelde	Maximum	Minimum
Schaar van Ouden Doel	SvOD	8.6	160.0	1.0
Hansweert geul	HwG	6.8	75.2	0.2
Terneuzen boei 20	TB20	5.7	50.0	0.4
Vlissingen boei SSVH	VB	7.7	56.8	0.0
Walcheren 2 km uit de kust	W2	7.4	61.8	0.3
Walcheren 20 km uit de kust	W20	4.7	44.0	0.1

heeft, gedurende het gehele jaar. Ook de positieve trend op dit station is duidelijk waarneembaar. Gehaltes $> 100\%$, die duiden op een oververzadiging als gevolg van primaire productie, treden in het estuarium vooral op in het voorjaar. Op zee zien we dit het hele jaar door. De bloei van phytoplankton kan leiden tot tijdelijk en plaatselijk (sterk) oververzadigde zuurstofgehalten. Bovendien is er een fluctuatie binnen de dag, met hoge gehalten overdag (als er gemeten wordt) en lage gehalten 's nachts. Hoge zuurstofgehalten (> 15 mg/l, $> 150\%$ verzadiging) zijn daarom zeker niet onmogelijk, vooral niet als het een enkele meting betreft. Dit is met name te zien in april 2011 voor de stations Walcheren 2 en 20km uit de kust. Meetfouten kunnen echter niet uitgesloten worden.

4.4.4 Maandgemiddelde zuurstofgehalte

Figuur 66 toont de maandgemiddelden van het zuurstofgehalte voor de verschillende stations. Voor Terneuzen boei 20, Walcheren 2 km uit de kust en Walcheren 20 km uit de kust betreft dit meestal maar één meetwaarde, voor Schaar van Ouden Doel meestal twee en voor Hansweert geul en Vlissingen boei SSVH één à twee, afhankelijk van het seizoen.

De resultaten laten heel duidelijk zien dat het station Schaar van Ouden Doel de laagste zuurstofgehalten heeft, vooral in de zomermaanden. Ook de positieve trend op dit station is duidelijk waarneembaar en deze heeft ervoor gezorgd dat de zuurstofgehalten de laatste jaren bij Schaar van Ouden Doel meestal gelijk is aan de andere stations. Hoge zuurstofgehalten, vermoedelijk als gevolg van primaire productie, treden vooral op in het voorjaar. In de maanden april en mei is er ook meer variatie in de zuurstofgehalten te zien dan in de andere maanden.

4.5 Chlorofyl-a

Voor de bepaling van de chlorofyl-a concentratie wordt een monster van het oppervlaktewater genomen wat meteen wordt gekoeld. Vervolgens wordt het naar het laboratorium gebracht voor verdere analyse. De chlorofyl-a concentratie is een maat voor de hoeveelheid algen in het water en vertoont daardoor vooral hoge waarden in het voorjaar, als algen beginnen te groeien. Chlorofyl-a heeft een hoge variabiliteit, doordat de hoeveelheid algen varieert in tijd, maar ook de hoeveelheid chlorofyl-a in algen variabel is afhankelijk van soort en fysiologische staat. Algen groei in de Westerschelde is zelf ook variabel, omdat het vooral wordt gestuurd door de hoeveelheid licht, wat van het weer afhangt, en de lichtbeschikbaarheid, wat grotendeels bepaald wordt door een sterk fluctuerende concentratie zwevend stof. Over het algemeen neemt de hoeveelheid chlorofyl-a toe naarmate men verder stroomopwaarts komt, zie Figuur 71.

4.5.1 Jaargemiddelde

Figuur 67 toont het jaargemiddelde gehalte chlorofyl-a per station voor de periode 1996-2018, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde. Daarnaast zijn in Tabel 12 de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station weergegeven.

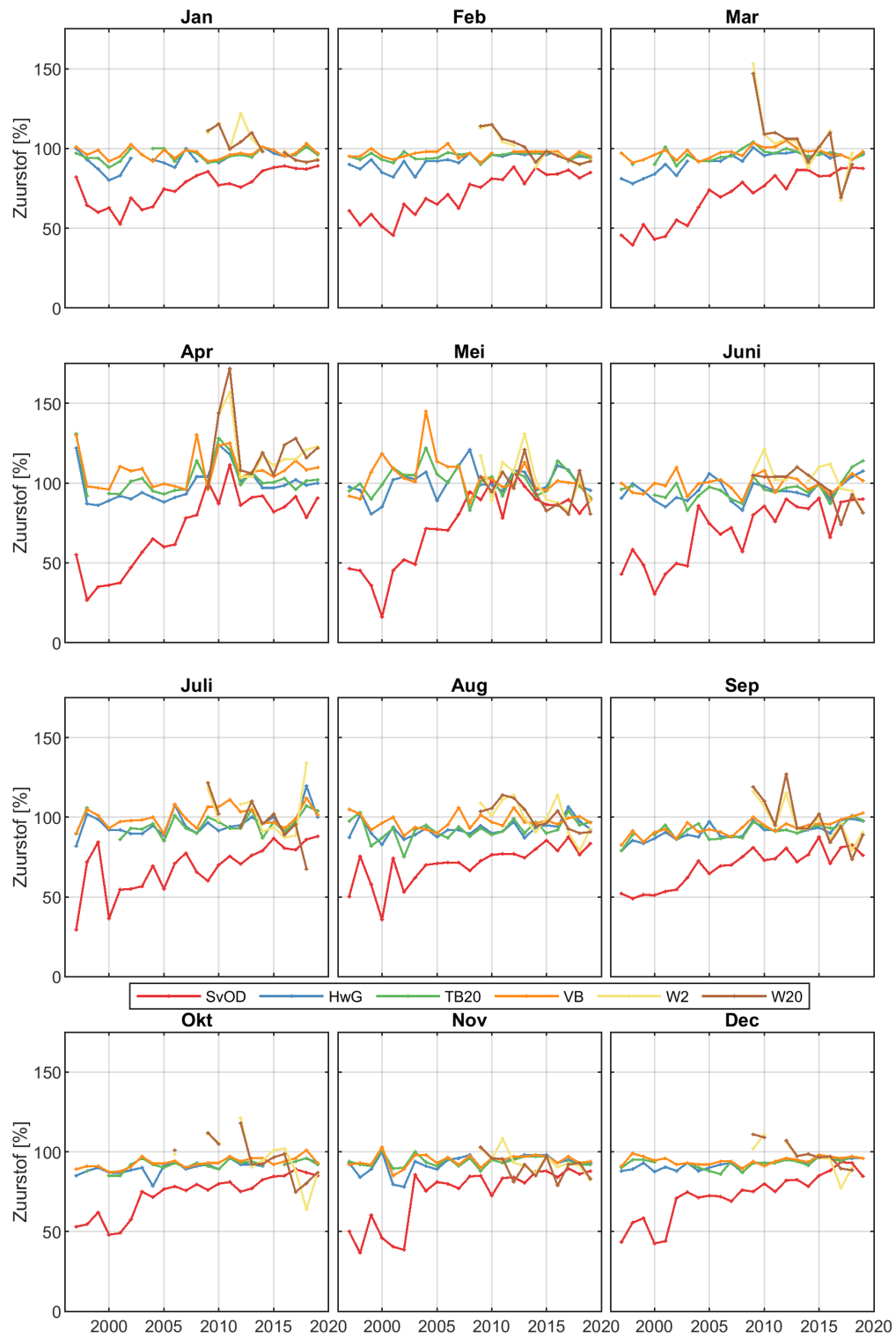


Figure 65: Maandgemiddelde zuurstofverzadigingspercentage in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

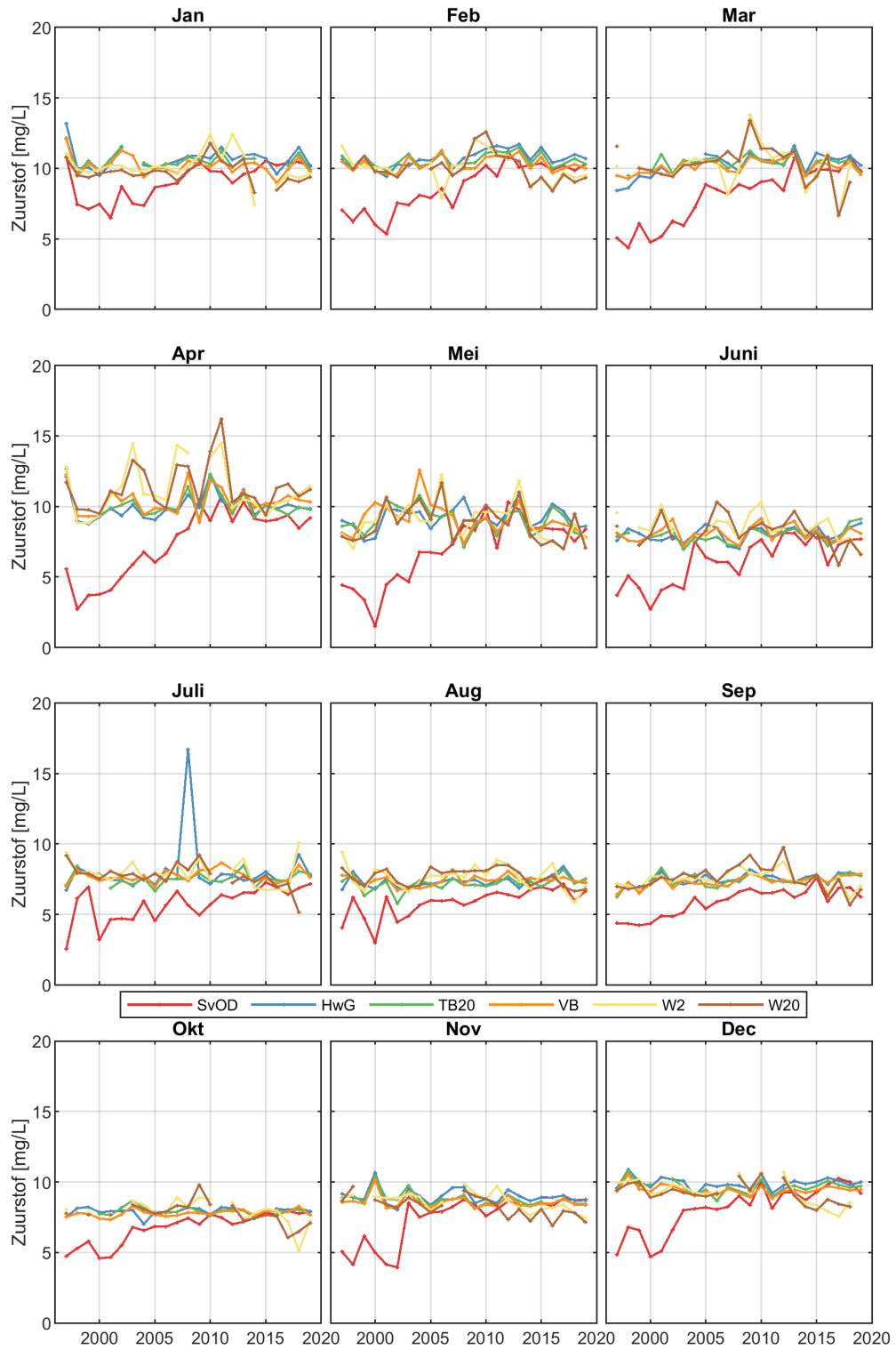


Figure 66: Maandgemiddelde zuurstofgehalten in mg/L in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

De gemiddelde waarden zijn relatief laag (ca. $10 \mu\text{g/l}$) en schommelen wat over tijd. De jaarlijkse maxima laten een grote variatie zien. Bij Schaar van Ouden Doel zijn de maxima in de periode 2007-2014 hoger dan in de andere jaren. Een mogelijke verklaring is dat de bemonstering samenviel met de bloeipiek in deze periode. Over de gehele dataset constateren we geen significante statistische veranderingen.

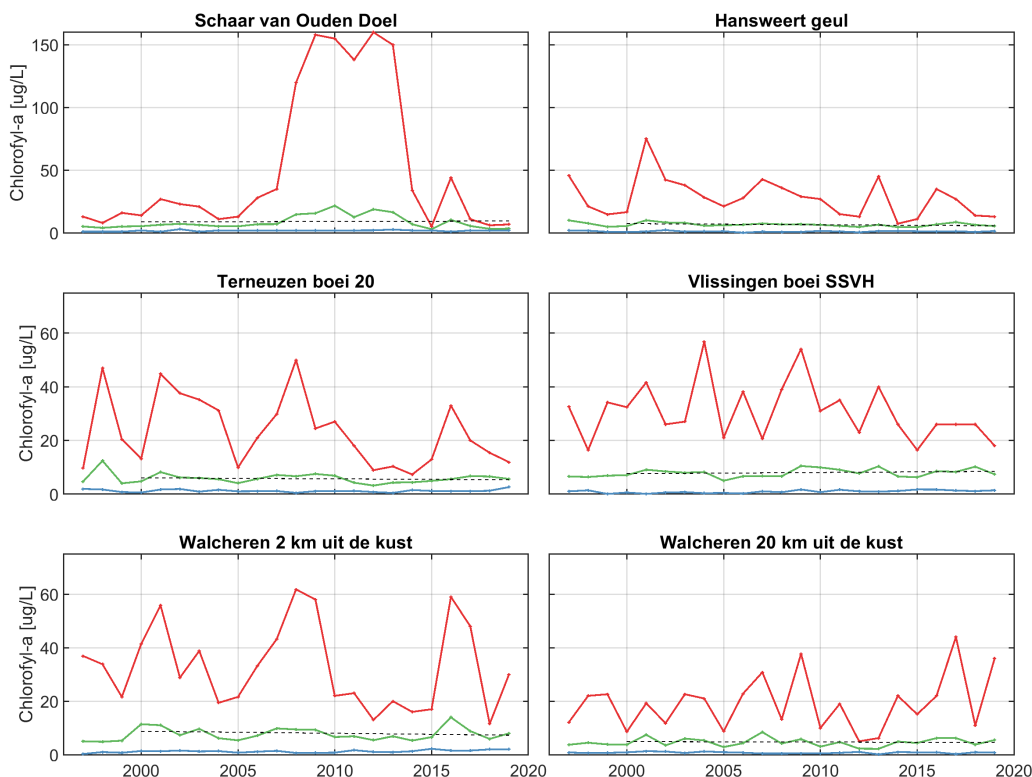


Figure 67: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van chlorofyl-a in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

4.5.2 Gemiddelde waarden in de zomer en de winter

Figuur 68 toont het seizoensgemiddelde gehalte chlorofyl-a per station voor de periode 1996-2018. De wintergehalten zijn laag en vertonen weinig variatie, alleen Schaar van Ouden Doel laat zo nu en dan iets hogere waarden zien. In de zomer is de variatie groter en zijn de hogere gemeten waarden bij Schaar van Ouden Doel in de periode 2007-2013 terug te zien. Daarnaast is de uitzonderlijk hoge zomerwaarde bij Terneuzen boei 20 in 1998 gebaseerd op een enkele augustusmeting. Let op dat de frequentie van monitoring gecombineerd met de variabiliteit in chlorofyl-a maken het moeilijk maakt een trend te ontdekken.

4.5.3 Maandgemiddelde

Figuur 69 toont het maandgemiddelde gehalte chlorofyl-a per station voor de periode 1996-2018. Voor Terneuzen boei 20, Walcheren 2 km uit de kust en Walcheren 20 km uit de kust betreft dit meestal maar één meetwaarde, voor Schaar van Ouden Doel meestal twee en voor Hansweert geul en Vlissingen boei SSVH één à twee, afhankelijk van het seizoen. Het typische seizoensmatige verloop (met een piek in het voorjaar) is voor de meeste stations goed herkenbaar kijkend naar de maandgemiddelden.

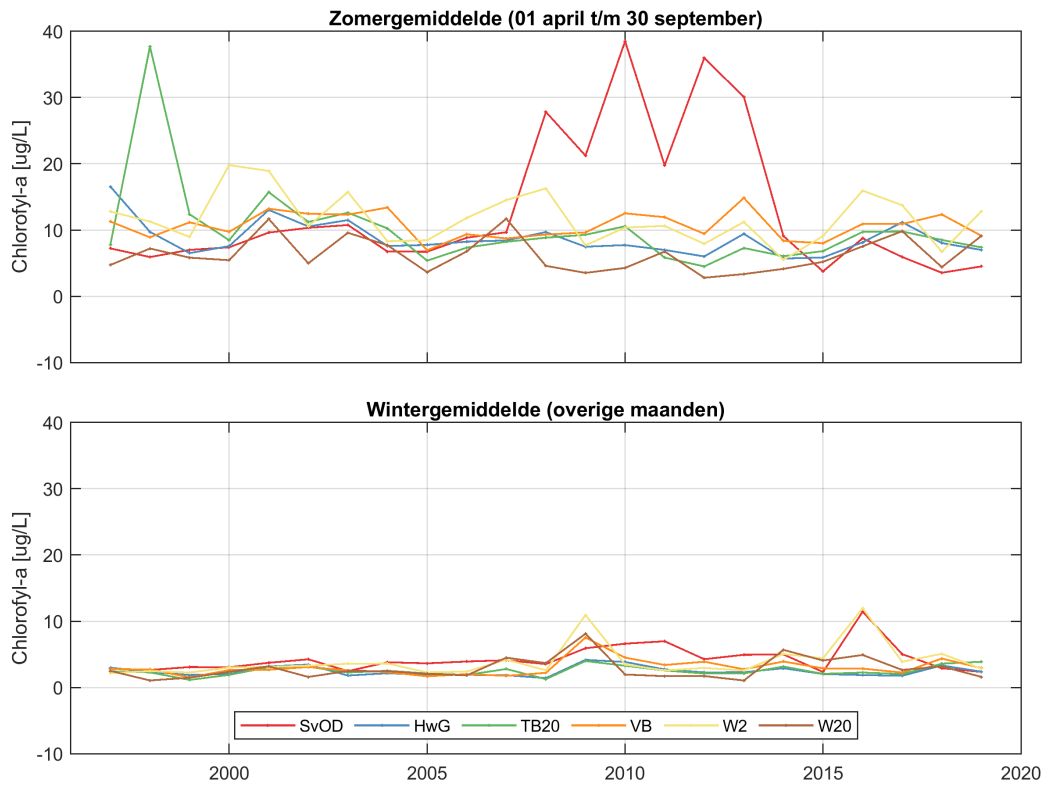


Figure 68: Gemiddeld waarden voor de chlorofyl-a gedurende de zomer en de winter in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

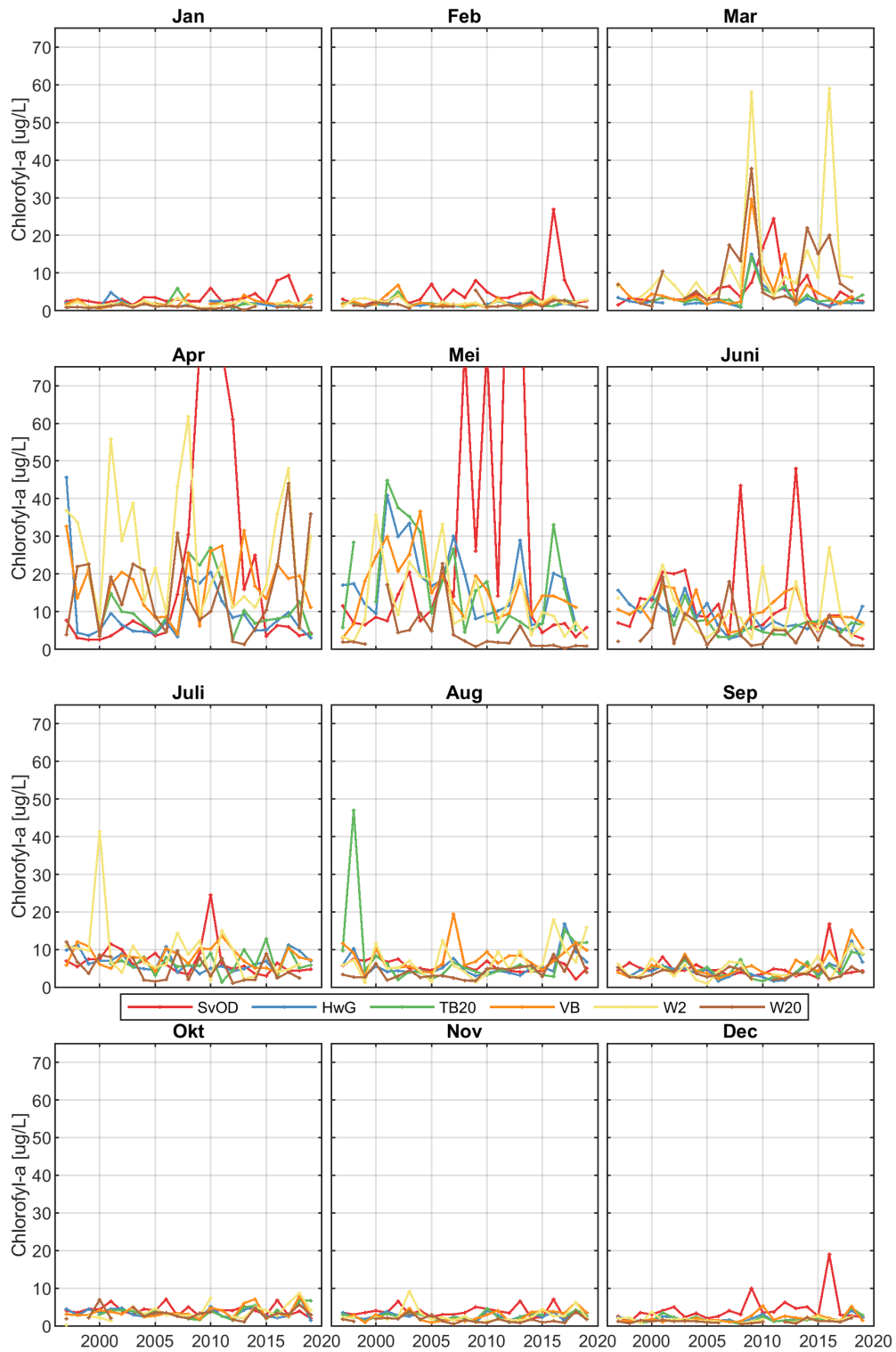


Figure 69: Maandgemiddelde chlorofyl-a in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

Table 13: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van feofytine in $\mu\text{ g/L}$ in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum
Hansweert geul	0.38	2.20	0.01
Terneuzen boei 20	0.38	16.60	0.01
Vlissingen boei SSVH	0.35	2.51	0.01
Wielingen	0.26	0.98	0.02
Walcheren 2 km uit de kust	0.25	2.00	0.01
Walcheren 20 km uit de kust	0.11	1.20	0.01

4.6 Feofytine-a

Feofytine-a wordt gelijk met chlorofyl-a gemeten. Het is een afbraakproduct van chlorofyl-a, en wordt daarom gezien als een maat voor detritus (dood organisch materiaal). De dataset wordt in Figuur 70 weergegeven als jaargemiddelde waarden, inclusief de minimaal en maximaal gemeten waarden. Daarnaast zijn in Tabel 13 zijn de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station weergegeven.

Voor het station Schaar van Ouden doel zijn slecht enkele waarnemingen in 1996 en 1997 beschikbaar en dat station is daarom niet opgenomen in deze rapportage. In plaats daarvan is het station Wielingen meegenomen. De stations zijn gerangschikt in stroomafwaartse richting. In stroomafwaartse richting neemt de hoeveelheid feofytine-a af, zie Figuur 72. Ook lijken op de meeste stations de gehalten feofytine-a licht af te nemen in de tijd. Specifiek voor Hansweert neemt de hoeveelheid feofytine af met $0.02\ \mu\text{ g/L}$ per jaar met enige significantie.

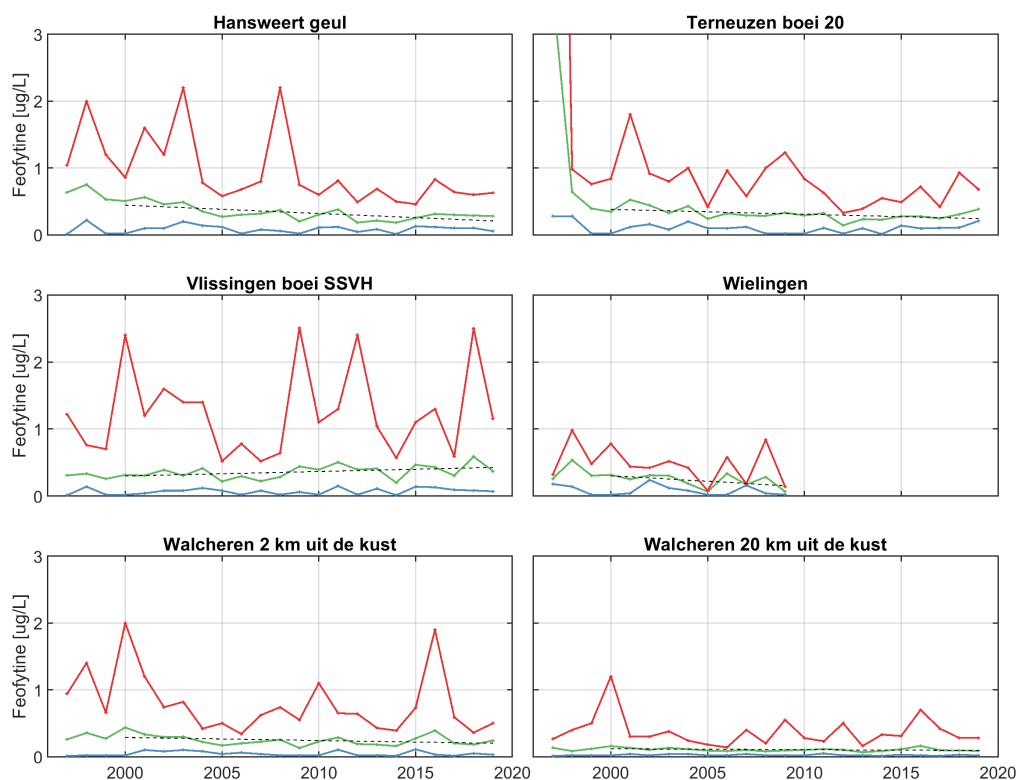


Figure 70: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van feofytine in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

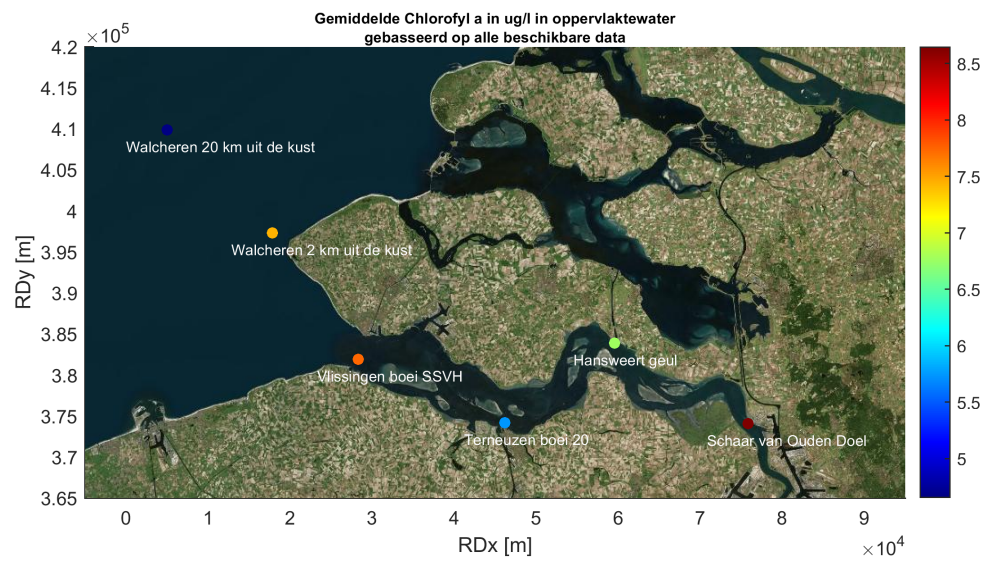


Figure 71: Gemiddelde chlorofyl per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1997.

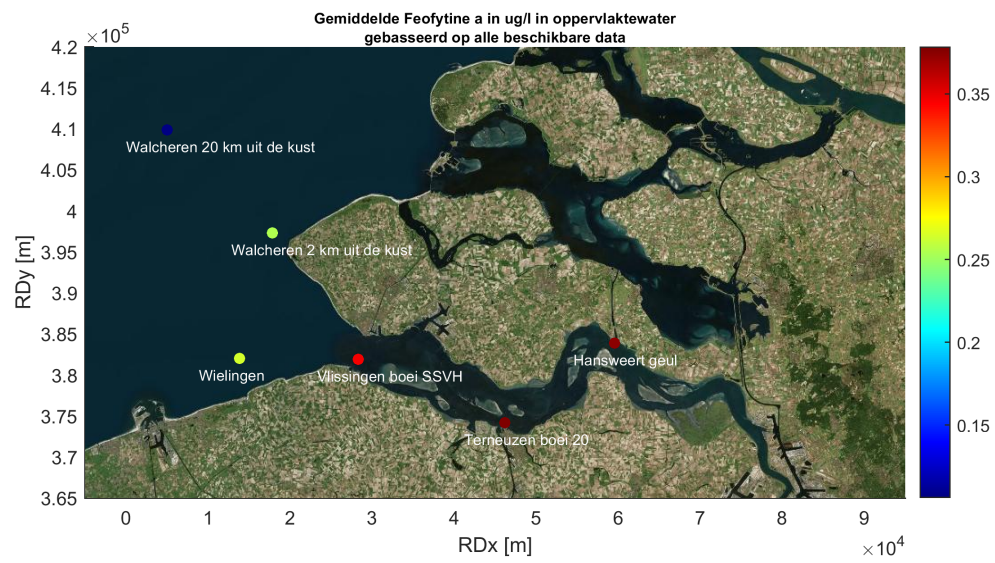


Figure 72: Gemiddelde feofytine per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1997.

Table 14: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het chemisch zuurstofverbruik in mg/L in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum
Schaar van Ouden Doel	28.3	85	10
Terneuzen boei 20	22.5	55	10
Vlissingen boei SSVH	24.4	96	10

4.7 Chemisch en biochemisch zuurstofverbruik

Metingen van het chemisch zuurstofverbruik (CZV) en biochemisch zuurstofverbruik (BZV) zijn voor de meetlocatie Schaar van Ouden Doel beschikbaar met een meetfrequentie van eens per maand. In april 2011 is ook gestart met de maandelijkse bemonstering van de stations Terneuzen en Vlissingen.

4.7.1 Chemisch zuurstofgebruik

De bepaling van CZV wordt sterk beïnvloed door chloride. Als vuistregel geldt dat een factor 100 moet worden aangehouden tussen chloridegehalte en de CVZ-waarde. Is de CZV-waarde lager dan het chloridegehalte (in mg/l / 100) dan ligt de CZV-waarde beneden de bepalingsgrens. Dit betekent dat de gepresenteerde waarden lager dan de bepalingsgrens niet dienen te worden geïnterpreteerd.

1. De saliniteit bij Schaar van Ouden Doel varieert tussen de 5 en 10 PSU. De minimaal te meten CZV-waarden bij deze saliniteit is respectievelijk 28 tot 56 mg/l. De gemeten waarden liggen dus, rekening houdend met de seizoensvariërende saliniteit, rond de bepalingsgrens van de CZV-bepaling.
2. De saliniteit bij Terneuzen is ongeveer 25 PSU. De minimale te meten CVZ-waarde wordt volgens eenzelfde berekening 138 mg/l. De gemeten CZV-waarde bedraagt ook hier ongeveer 20 mg/l. Dit is dus ver beneden de bepalingsgrens.
3. Bij Vlissingen bedraagt de saliniteit ongeveer 30 PSU. Dat komt overeen met een minimale CZV-waarde van 160 mg/l. Er worden echter waarden gemeten van ca. 20 mg/l. De gemeten waarde ligt dus ver beneden de bepalingsgrens.

In Figuur 75 zijn de bepalingsgrenzen ook weergegeven in stippellijnen en is duidelijk te zien dat voor Vlissingen en Terneuzen deze buiten de y-assen vallen.

4.7.1.1 Jaargemiddelde Figuur 73 toont het jaargemiddelde chemisch zuurstofverbruik per station voor de periode 2001-2018, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde. Daarnaast zijn in Tabel 14 zijn de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station weergegeven.

Het jaargemiddelde chemisch zuurstofverbruik ligt bij station Schaar van Ouden Doel hoger dan bij Terneuzen boei 20 en Vlissingen boei SSVH. Daarnaast liggen bijna alle waarden onder de bepalingsgrens. Incidenteel wordt deze grens overschreden voor Schaar van Ouden Doel. De laatste jaren leek er een dalende trend te zijn ingezet, maar sinds ongeveer 2014 namen de jaarlijks gemiddelde waarden bij Schaar van Ouden Doel weer toe. Het laatste jaar (2019) is er weer een afname. Vlissingen en Terneuzen laten geen duidelijke trend zien.

4.7.1.2 Maandgemiddelde Figuur 75 toont de maandgemiddelden van het chemisch zuurstofverbruik per jaar voor de verschillende stations. Er is geen duidelijke relatie per maand te onderscheiden. Bij Schaar van Ouden Doel liggen de gemeten waarden in de zomer altijd onder de bepalingsgrens en in de winter schommelen de gemeten waarden rond de bepalingsgrens. Voor Terneuzen boei 20 en Vlissingen boei SSVH liggen alle metingen onder de bepalingsgrens.

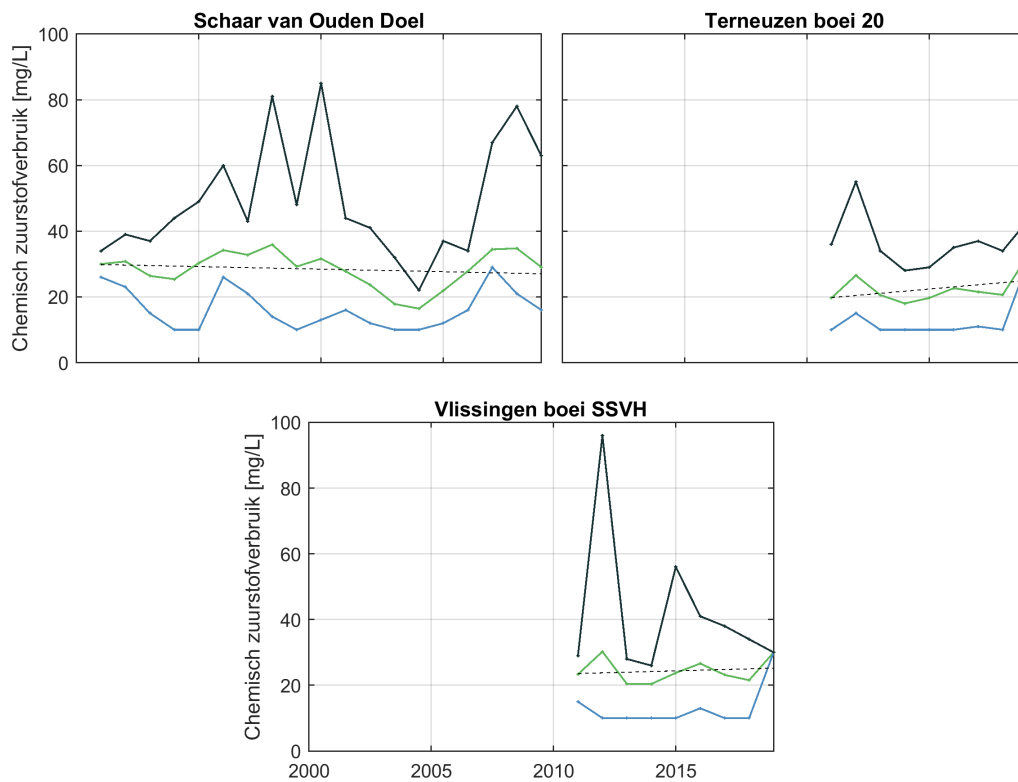


Figure 73: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van het chemisch zuurstofverbruik in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

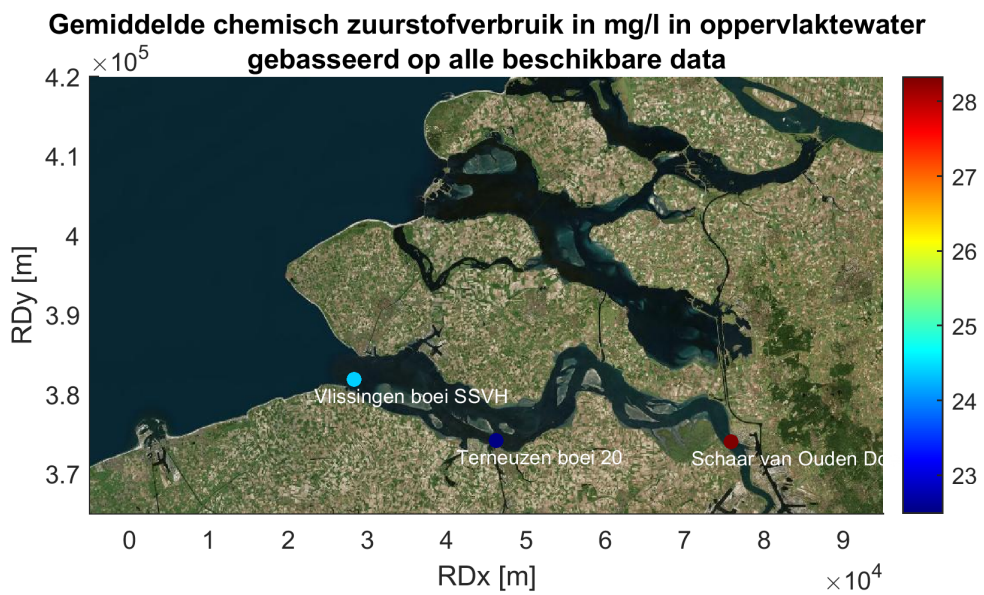


Figure 74: Gemiddelde chemisch zuurstofverbruik per station berekend op alle beschikbare data vanaf 2001.

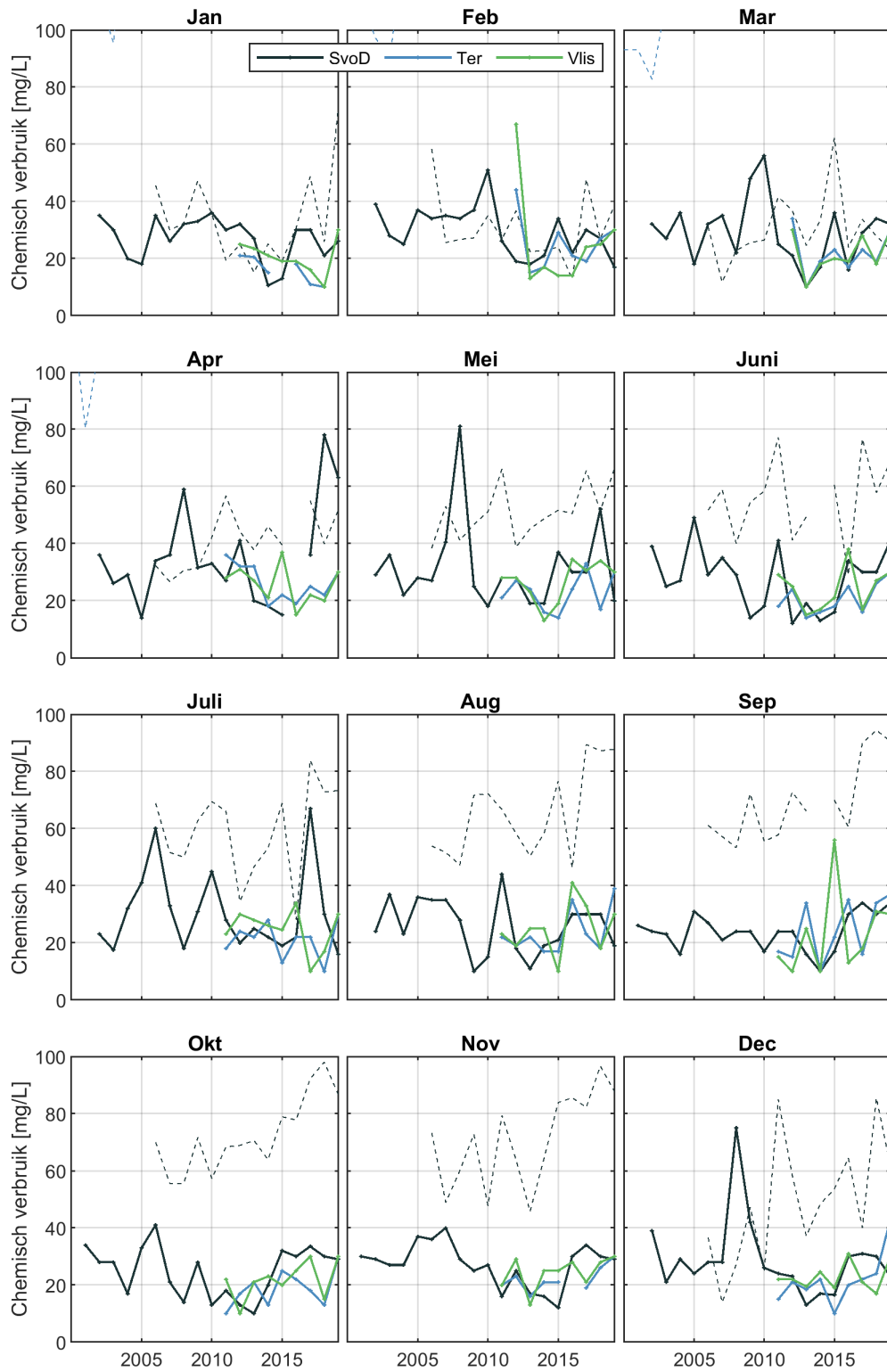


Figure 75: Maandgemiddelde waarde van het chemisch zuurstofverbruik in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding. De stippellijn geeft de bepalingsgrens weer per station in de bijbehorende kleur (valt soms buiten het weergegeven grafiekggebied).

Table 15: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het biochemisch zuurstofverbruik in mg/L in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	1.4	8.4	0.5	-0.04	0.48
Terneuzen boei 20	1.1	2.0	0.5	-0.01	0.07
Vlissingen boei SSVH	1.2	3.9	0.5	-0.01	0.06

4.7.2 Biochemisch zuurstofgebruik

4.7.2.1 Jaargemiddelde De jaargemiddelden, minima en maxima van het biochemisch zuurstofverbruik zijn weergegeven in Tabel 15 en Figuur 76. De waarde van het biochemisch zuurstofverbruik is in de periode 2006-2011 afgerond op hele getallen. In 2018 zijn vrijwel alle waarden onder het bepalingsgrensniveau (roze stippellijn in de figuren = 2 mg/l).

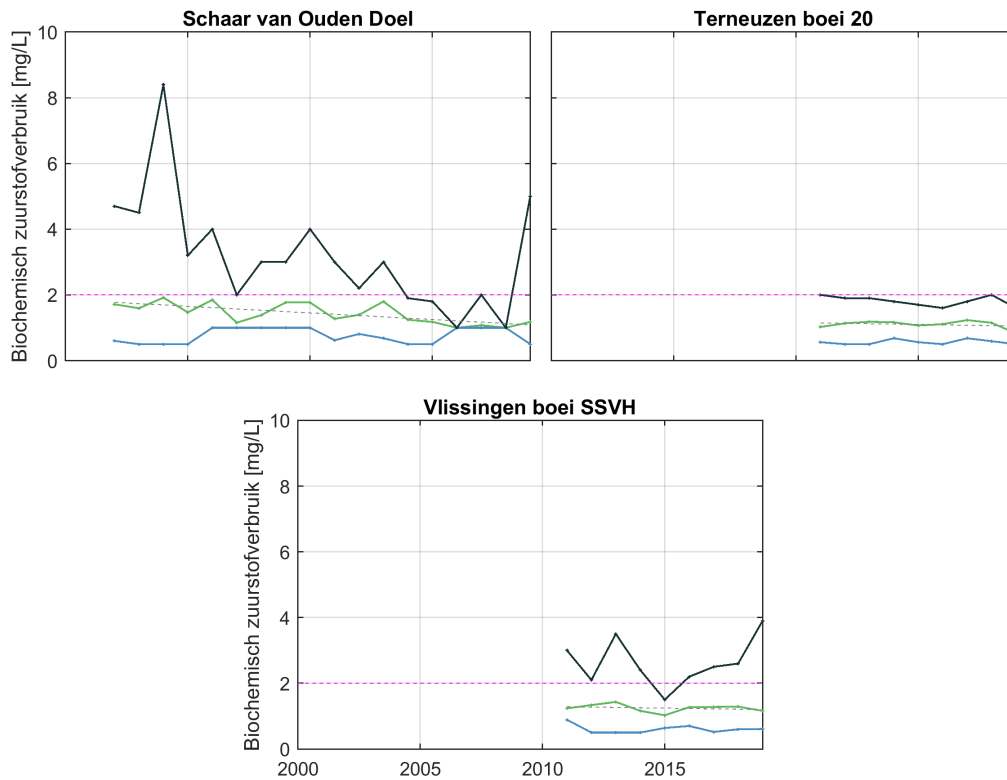


Figure 76: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van het biochemisch zuurstofverbruik in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding. De roze stippellijn is de bepalingsgrens.

4.7.2.2 Maandgemiddelde In Figuur 77 zijn de maandelijks gemeten waarden van biochemisch zuurstofverbruik bij Schaar van Ouden Doel weergegeven in groen en de bepalingsgrens in zwart. Bij Terneuzen en Vlissingen boei SSVH is in 2011 en 2013 ook gemeten. Bijna alle metingen liggen onder of op de bepalingsgrens.

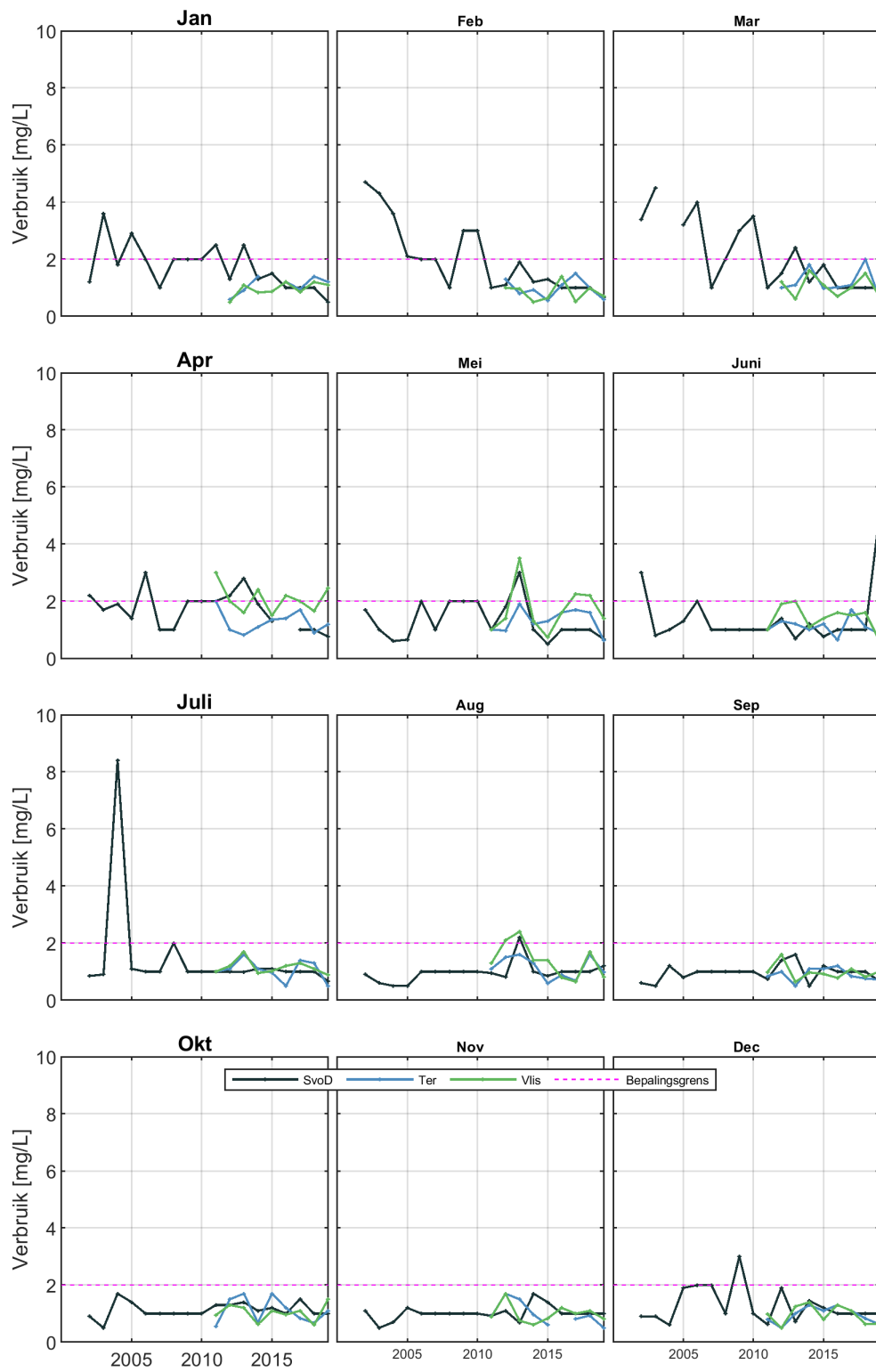


Figure 77: Maandgemiddelde waarde van het biochemisch zuurstofverbruik in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding. De roze stippellijn is de bepalingsgrens.

Table 16: Gemiddelde, minimale en maximale waardes van het doorzicht in dm van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum
Schaar van Ouden Doel	2.61	9	1
Hansweert geul	5.34	15	1
Hoedekenskerke boei 4	4.79	13	1
Terneuzen boei 20	5.67	22	1
Vlissingen boei SSVH	5.60	30	1
Wielingen	5.10	18	1

4.8 Lichtklimaat

In deze paragraaf worden de metingen weergegeven van doorzicht en de extinctiecoëfficiënt. Beide parameters geven aan in welke mate zonlicht doordringt in de waterkolom.

Het doorzicht wordt gemeten met een Secchi-schijf. Deze visuele waarnemingen zijn enigszins subjectief, maar als onder juiste voorwaardes wordt gemeten blijft de subjectiviteit beperkt. Voor doorzicht heeft een filtering van de datapunten plaatsgevonden aan de hand van werkdocument RIKZ/ZDE/2007.862.w Spronk (2008). Dit houdt in dat alleen de datapunten in de zomerperiode (maart - september) in het tijdvenster 12 uur 's middag + of - 5 uur zijn meegenomen in de analyse (dus tussen 7u en 17 u). Daarnaast zijn alle metingen met een waarde 0 verwijderd. De resultaten van het doorzicht kunnen worden gevonden in Paragraaf 4.8.1.

De extinctiecoëfficiënt geeft aan in welke mate zonlicht doordringt in de waterkolom. Hoe lager deze waarde, hoe meer het zonlicht doordringt in de waterkolom. De extinctiecoëfficiënt wordt bepaald aan de hand van de 'dynamische sferische cel'-methode, waarbij wordt gemeten met twee bolle lichtsensoren. De bepaling van de extinctie bestaat uit een serie metingen waarbij de onderlinge afstand tussen de sensoren varieert. Daarnaast wordt een dieptesensor gebruikt om vast te stellen op welke diepte onder het wateroppervlak de onderste sensor zich bevindt. De lichtintensiteit aan het wateroppervlak wordt gebruikt als referentie (I_0) ten opzichte van de lichtintensiteit (I) bij de sensor op een bepaalde diepte (d). Vervolgens worden de meetpunten grafisch uitgezet: $-\ln(I/I_0) = E \times d$. De extinctiecoëfficiënt is dan de helling van de regressielijn door deze punten en door punt (0,0). De extinctiecoëfficiënt is een objectieve meting voor een lichtklimaat, in tegenstelling tot de meting van doorzicht met de Secchi-schijf. Voor de extinctiecoëfficiënt heeft dezelfde filtering van datapunten plaatsgevonden als voor het doorzicht. De resultaten van de extinctiecoëfficiënt kunnen worden gevonden in Paragraaf 4.8.2.

4.8.1 Doorzicht

In Figuur 78 zijn de jaargemiddelden over de periode maart - september in het genoemde tijdvenster van elk jaar weergegeven, samen met de minimaal en maximaal gemeten waardes. In de stations Walcheren 2 km uit de kust en Walcheren 20 km uit de kust wordt het doorzicht niet bepaald. In plaats daarvan worden stations Hoedenskerke boei 4 en Wielingen gepresenteerd. Van deze twee stations is sinds 2009 geen data meer ontvangen. Daarnaast zijn in Tabel 16 zijn de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven. De stations zijn gerangschikt in stroomafwaartse richting.

Bij het meetpunt Schaar van Ouden Doel is het doorzicht beduidend lager dan bij de andere meetpunten, zie ook Figuur 80. Het doorzicht bij Schaar van Ouden Doel toont ook weinig variatie. Dit in tegenstelling tot de andere meetpunten, waar het doorzicht over de beschouwde periode sterker varieert. De laatste paar jaar lijkt het doorzicht op alle stations weinig te veranderen.

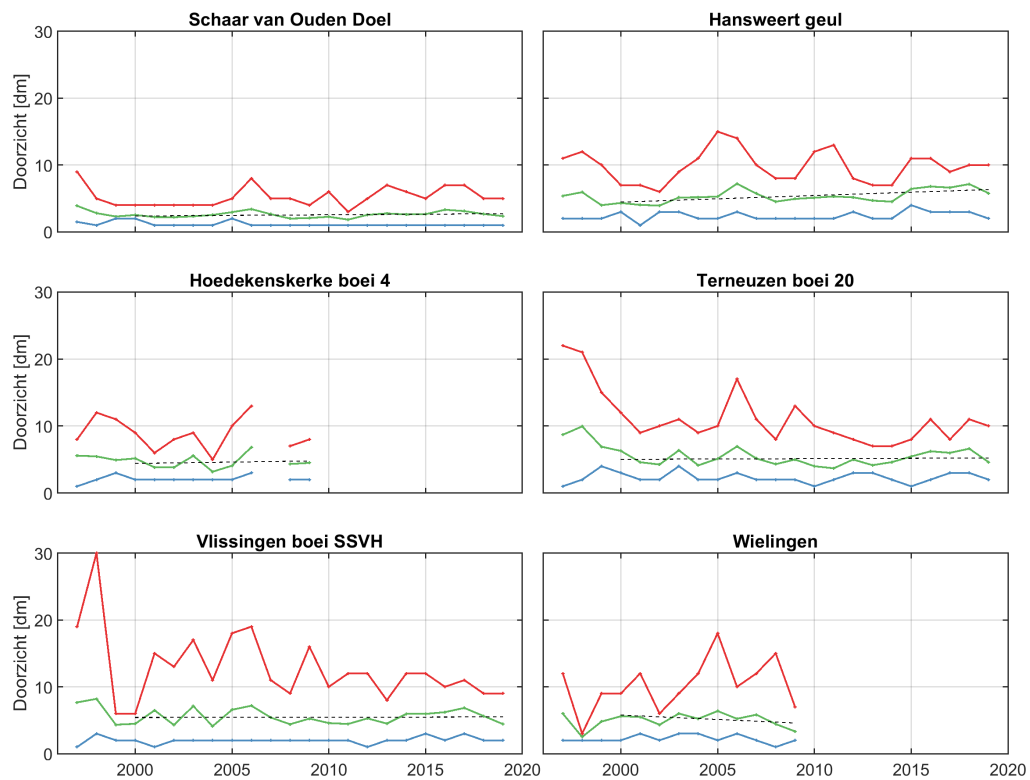


Figure 78: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van het doorzicht in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

Table 17: Gemiddelde, minimale en maximale waardes van de extinctiecoëfficiënt in m^{-1} van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum
Schaar van Ouden Doel	4.48	18.10	0.96
Hansweert geul	2.47	9.26	0.08
Terneuzen boei 20	2.59	8.63	0.02
Vlissingen boei SSVH	2.29	8.50	0.02
Walcheren 2 km uit de kust	1.24	9.12	0.00
Walcheren 20 km uit de kust	0.53	5.33	0.00

Table 18: Gemiddelde, minimale en maximale waardes van de hoeveelheid zwevende stof in mg/L in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Afkorting	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	SvOD	78.5	620.0	2.6	3.12	0.71
Hansweert geul	HwG	39.1	150.0	3.0	-0.02	0.00
Terneuzen boei 20	TB20	60.1	1246.0	5.0	-1.52	0.26
Vlissingen boei SSVH	VB	57.2	378.0	1.0	1.04	0.13
Walcheren 2 km uit de kust	W2	37.4	213.0	2.0	0.67	0.25
Walcheren 20 km uit de kust	W20	9.0	55.6	1.0	0.29	0.27

4.8.2 Extinctiecoëfficiënt

In Figuur 79 zijn de jaargemiddelden over de periode maart - september in het genoemde tijdvenster van elk jaar weergegeven, samen met de minimaal en maximaal gemeten waardes. Daarnaast zijn in Tabel 17 zijn de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven.

De extinctiecoëfficiënt neemt toe in stroomopwaartse richting, zie ook Figuur 81, wat betekent dat de mate van lichtdoordringing in de waterkolom afneemt in stroomopwaartse richting. Bij Schaar van Ouden Doel is de extinctiecoëfficiënt het hoogst en de mate van lichtdoordringing dus het laagst. Dit komt overeen met de meting van het doorzicht met de Secchi-schijf. De mate van variabiliteit neemt toe in stroomopwaartse richting en is bij Schaar van Ouden Doel het hoogst, in tegenstelling tot de variabiliteit van het doorzicht. De concentratie zwevende stof varieert bij Schaar van Ouden Doel ook meer dan bij de andere stations, wat overeenkomt met de variatie van de extinctiecoëfficiënt. Er zijn geen sterke temporele trends te zien. Opmerkelijk zijn de minimum waardes. In het algemeen wordt aangenomen dat extinctiecoëfficiënt niet lager kan worden dan ca 0.04. Deze waarde kan worden gezien als een achtergrond waarde van schoon water. De gerapporteerd minimum waarde van 0 voor oppervlaktewater lijkt dan ook geen reële waarde.

4.9 Zwevende stof

De hoeveelheid zwevende stof is bepalend voor de doordringing van licht in de waterkolom. Dit gehalte wordt 1 m onder het wateroppervlak bepaald, met een frequentie van tussen 1 en 3 keer per maand. Het verschilt per station en paar jaar hoeveel er is gemeten, zie ook Appendix B.1.

4.9.1 Jaargemiddelden

Figuur 82 toont de jaargemiddelden voor 1996-2018 per station, samen met de minimaal en maximaal gemeten waardes per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 18 de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven.

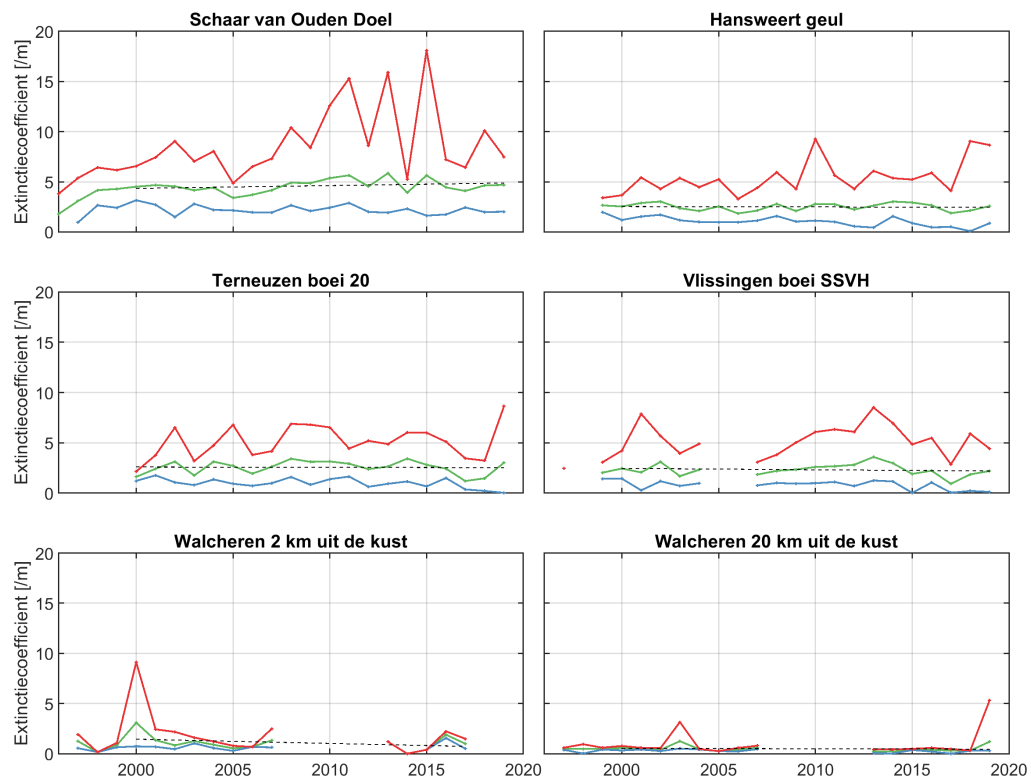


Figure 79: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van de extinctiecoëfficiënt in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

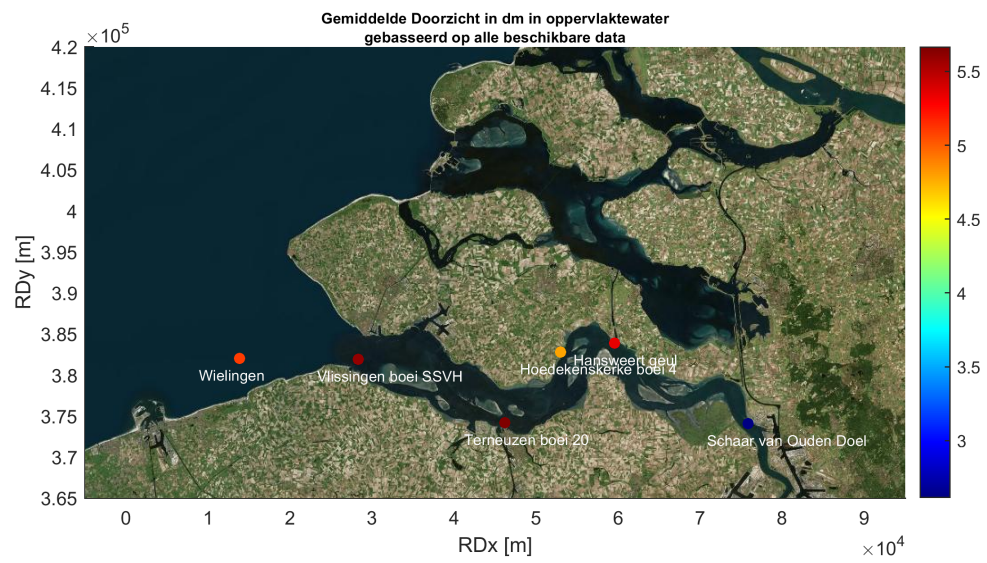


Figure 80: Gemiddelde doorzicht per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

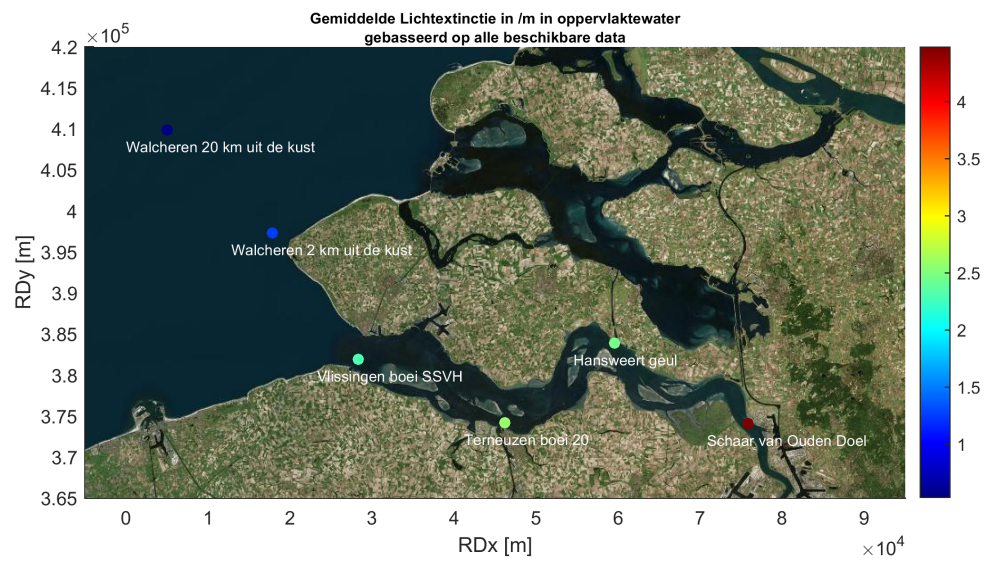


Figure 81: Gemiddelde extinctiecoëfficiënt per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

De stations in de Westerschelde laten gemiddelde gehalten rond de 50 mg/l zien, met een behoorlijke variatie van jaar tot jaar en tussen de stations. De maximale gehalten kunnen oplopen tot enkele honderden mg/l. Verder op de zee zijn de gemiddelde gehalten en de maximumwaarden lager (Walcheren 20 km uit de kust), zie ook Figuur 83. Bij Hansweert geul zijn de variaties binnen het jaar en tussen de jaren kleiner dan bij de andere stations in de Westerschelde. Sinds 2006 is de gemiddelde waarde bij station Schaar van Ouden Doel gestaag toegenomen van 50 mg/l naar 100 mg/l. Voor de andere stations zijn er geen duidelijke trends in zwevend stof waarneembaar.

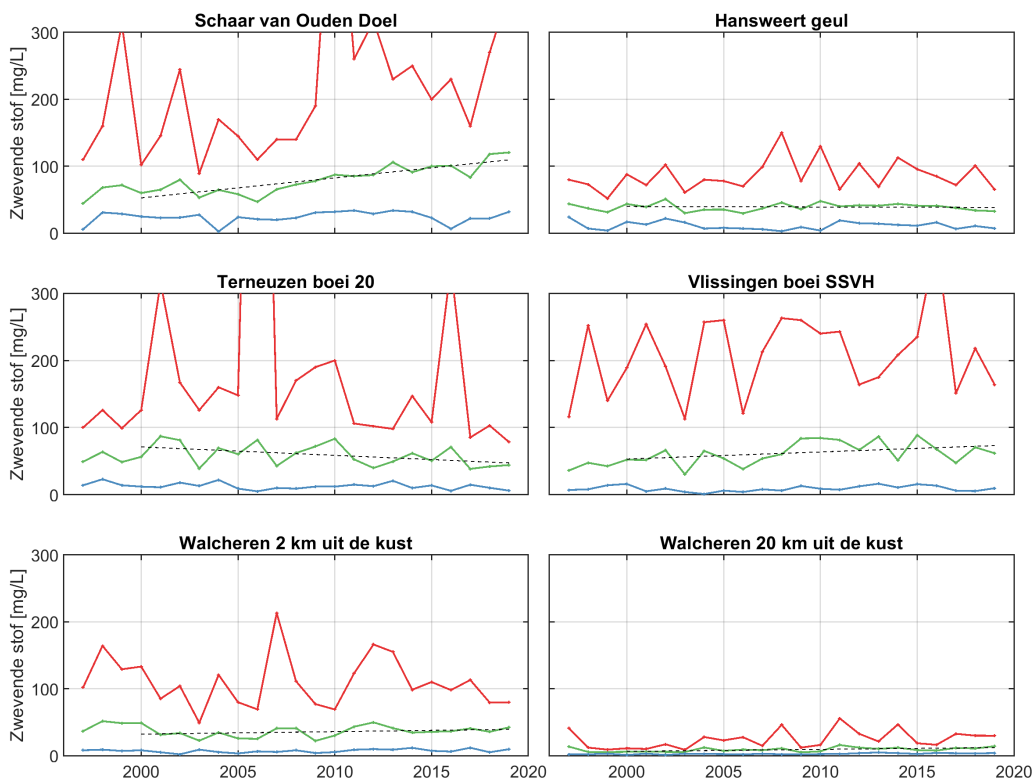


Figure 82: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van de hoeveelheid zwevende stof in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

4.9.2 Gemiddelde waarden in de zomer en de winter

Figuur 84 toont het seizoensgemiddelde gehalte zwevend stof per station voor de periode 1996-2018. De wintergehalten zijn over het algemeen wat hoger dan de zomergehalten. Er is vooral een variatie tussen de stations zichtbaar met de meeste zwevende stof bij Schaar van Ouden Doel en het minste bij Walcheren 20 kilometer uit de kust.

4.10 Nutriënten

Nutriënten zijn vooral van belang voor de biologische activiteit in de Westerschelde. Stikstof (N) en fosfor (P) zijn van belang omdat het voedingsstoffen (nutriënten) zijn, die als gevolg van puntlozingen en diffuse bronnen in verhoogde concentraties aanwezig kunnen zijn, en aanleiding kunnen geven tot eutrofiëring.

Stikstof komt in het oppervlaktewater voor in verschillende vormen: * anorganisch: + ammonium (NH_4^+); + nitriet (NO_2^-); + nitraat (NO_3^-); * organisch (meestal gemeten samen met ammonium als 'Kjeldahl-

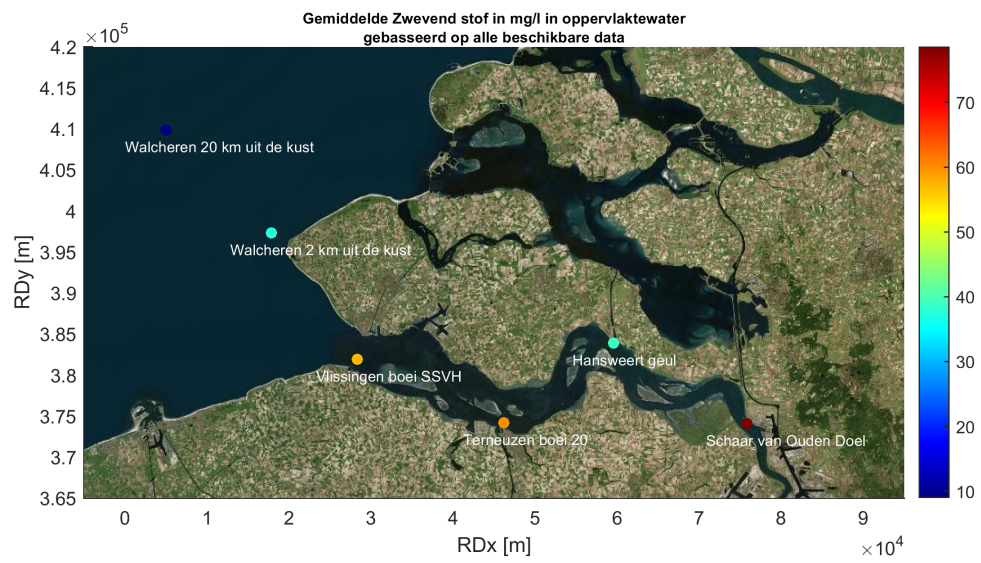


Figure 83: Gemiddelde hoeveelheid zwevende stof per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

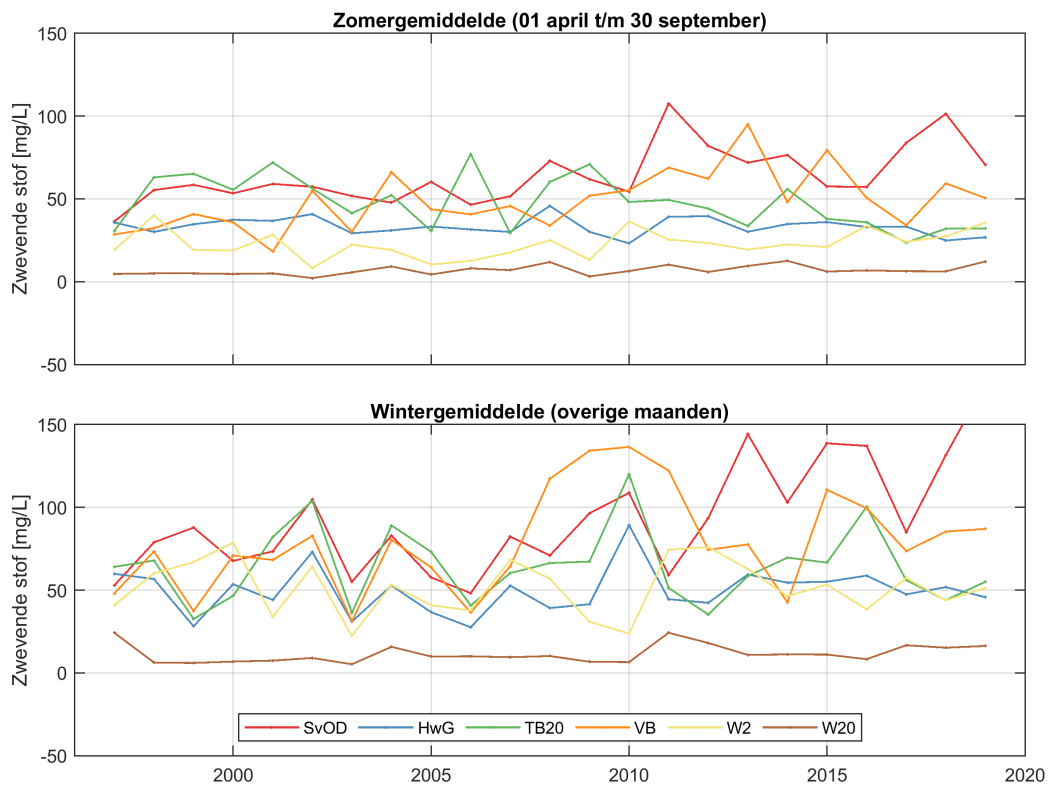


Figure 84: Gemiddeld waarden voor de hoeveelheid zwevende stof gedurende de zomer en de winter in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

stikstof): + opgelost, bv. in de vorm van humuszuren; + particulier, bv. materiaal afkomstig van lozingen of van algengroei.

De som van alle anorganische en organische vormen van stikstof duiden we aan als totaal stikstof. De som van alle vormen van anorganisch stikstof en opgelost organisch stikstof duiden we aan als opgelost stikstof. Particulair stikstof bestaat voor het overgrote deel uit organisch materiaal.

Ammonium wordt in het water door bacteriën omgezet in nitriet en vervolgens in nitraat. Omdat ammonium vaak aanwezig is in ongezuiverde of deels gezuiverde lozingen, en omdat de omzetting naar nitraat enige tijd in beslag neemt, is de aanwezigheid van ammonium meestal een aanwijzing voor de aanwezigheid van lozingen. Dit verschijnsel is sterker in de winter, omdat dan de omzettingen langzamer verlopen. Organisch stikstof kan in het water aanwezig zijn als gevolg van lozingen, maar ook als gevolg van de opname van anorganisch stikstof door algen.

Door de menging van relatief nutriëntenrijk zoet water en relatief nutriëntenarm zout water, zijn de concentraties van totaal stikstof in een estuarium als regel bovenstrooms hoger dan benedenstrooms. Voor andere specifieke deelparameters spelen verschillende biochemische processen een rol, die ertoe leiden dat er een minder directe relatie tussen het gemeten gehalte en de gemeten saliniteit kan bestaan. Door seizoensgebonden biochemische processen in de bovenloop laten veel rivieren in hun benedenloop en hun estuarium een seizoensmatige fluctuatie van het stikstofgehalte zien, met hoge gehalten in de winter en lage gehalten in de zomer. De opname door algen in het voorjaar kan dit beeld voor de anorganische fractie versterken.

Fosfor komt in het oppervlaktewater in de volgende vormen voor: * anorganisch + orthofosfaat (opgelost, o-PO₄); + gebonden aan slib * organisch + opgelost, bv. in de vorm van humuszuren; + particulier, bv. materiaal afkomstig van lozingen of van algengroei.

De som van alle anorganische en organische vormen van fosfor duiden we aan als totaal fosfaat. De som van orthofosfaat en opgelost organisch fosfor duiden we aan als opgelost fosfaat. De som van aan slib gebonden anorganisch en organisch fosfor duiden we aan als particulier gebonden fosfaat.

Anorganisch fosfor is in significante mate gebonden aan slibdeeltjes. De bindingsvorm kan verschillen (adsorptie, precipitatie van fosforhoudende mineralen). Organisch fosfor kan in het water aanwezig zijn als gevolg van lozingen, maar ook als gevolg van de opname van anorganisch fosfor door algen.

Door de menging van relatief nutriëntenrijk zoet water en relatief nutriëntenarm zout water, zijn ook de concentraties van totaal fosfaat in principe bovenstrooms hoger dan benedenstrooms. De relatie met de saliniteit is minder eenduidig voor fosfaat dan voor stikstof, omdat een relatief grote fractie fosfaat particulier is. Deze particuliere fractie kan vanuit de bodem worden nageleverd. Met name de Zeeschelde bevat grote hoeveelheden fijn slib dat (net als andere antropogeen belaste rivieren) een grote hoeveelheid geadsorbeerde fosfaten bevat. Voor specifieke deelparameters spelen daarnaast verschillende biochemische processen een rol, die ertoe leiden dat er een minder directe relatie tussen het gemeten gehalte en de gemeten saliniteit kan bestaan.

Silicium is een relevante parameter omdat diatomeeën (kiezelwieren) opgelost anorganisch silicium (silicaat) opnemen bij hun groei. De beschikbaarheid van silicaat stuurt dus mede de algensoortensamenstelling en biomassa. Silicaat komt voor in rivierwater. De concentratie is voornamelijk afhankelijk van de geologische en hydrologische kenmerken van het stroomgebied. Veel minder dan bij stikstof en fosfor is er sprake van concentratieverhoging als gevolg van lozingen van afvalwater.

Door de menging van relatief silicaatrijk zoet water en relatief silicaatarm zout water, zijn de concentraties van silicaat in een estuarium als regel bovenstrooms hoger dan benedenstrooms. De opname van silicaat door diatomeeën in het voorjaar zorgt vaak voor een sterke seizoensvariatie in de concentratie van silicaat.

Net als in de Eerstelijnsrapportage 2015 is ervoor gekozen (in tegenstelling tot eerdere rapportages) om nutrienten in dit rapport te presenteren als jaargemiddelde (in plaats van tijdseries). De reden hiervoor is dat deze methode de lezer meer inzicht geeft in de temporale trends.

Table 19: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het opgelost stikstofgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Hansweert geul	2.46	7.55	0.46	-0.093	0.83
Terneuzen boei 20	1.86	4.54	0.03	-0.073	0.83
Vlissingen boei SSVH	0.89	2.78	0.16	-0.029	0.74
Wielingen	0.79	1.64	0.22	-0.044	0.40
Walcheren 2 km uit de kust	0.48	1.69	0.10	-0.011	0.54
Walcheren 20 km uit de kust	0.31	0.91	0.02	-0.003	0.12

Table 20: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het particulier stikstofgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum
Hansweert geul	0.19	0.61	0.00
Terneuzen boei 20	0.22	1.82	0.04
Vlissingen boei SSVH	0.25	1.04	0.04
Wielingen	0.23	0.91	0.09
Walcheren 2 km uit de kust	0.19	0.70	0.03
Walcheren 20 km uit de kust	0.08	0.32	0.01

4.10.1 Stikstof

Opgelost stikstof (DN) is de som van alle vormen van anorganisch stikstof (ammonium, nitriet, nitraat) en opgelost organisch stikstof. Figuur 85 toont de jaargemiddelden per station, samen met de minimaal en maximaal gemeten waarden per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 19 de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station weergegeven. In Schaar van Ouden Doel is het opgelost stikstofgehalte niet bepaald. In plaats daarvan is station Wielingen gepresenteerd. De stations zijn gerangschikt in stroomafwaartse richting.

Deze resultaten laten zien dat de opgelost stikstofgehalten sterk afnemen in stroomafwaartse richting, zie Figuur 87. Op de bovenstroomse stations zijn de gehalten van opgelost stikstof immers hoger dan benedenstrooms. Daarnaast hebben alle stations een duidelijke seizoensvariatie (niet weergegeven). De hoeveelheden stikstof na filtratie zijn veel hoger dan particulier gebonden stikstof, wat betekent dat het merendeel van het stikstof in de Westerschelde is opgelost. Daarnaast is een dalende trend waarneembaar over de periode vanaf 2000, vooral in het oostelijk deel van de Westerschelde door een afname in stikstof lozingen. Deze dalende trend is het grootst bij Hansweert (-0,09 mg/L per jaar) en statistisch significant, en leek de laatste jaren wel wat af te vlakken.

4.10.2 Particulair gebonden stikstof

Figuur 86 toont de jaargemiddelden per station, samen met de minimaal en maximaal gemeten waarden per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 20 de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station weergegeven. In Schaar van Ouden Doel is het particulier gebonden stikstofgehalte niet bepaald. In plaats daarvan is station Wielingen gepresenteerd. De stations zijn gerangschikt in stroomafwaartse richting.

De concentraties particulier stikstof tonen een totaal ander verloop dan opgelost stikstof. Er zijn geen duidelijke longitudinale of temporele gradiënten waarneembaar, zie Figuur 88. Net als voor zwevend stof fluctueert de concentratie sterk, en zijn de gehalten op de meeste stations vergelijkbaar, behalve op Walcheren 20 km uit de kust. De gehalten particulier stikstof vormen maar een heel klein deel van de concentratie totaal stikstof.

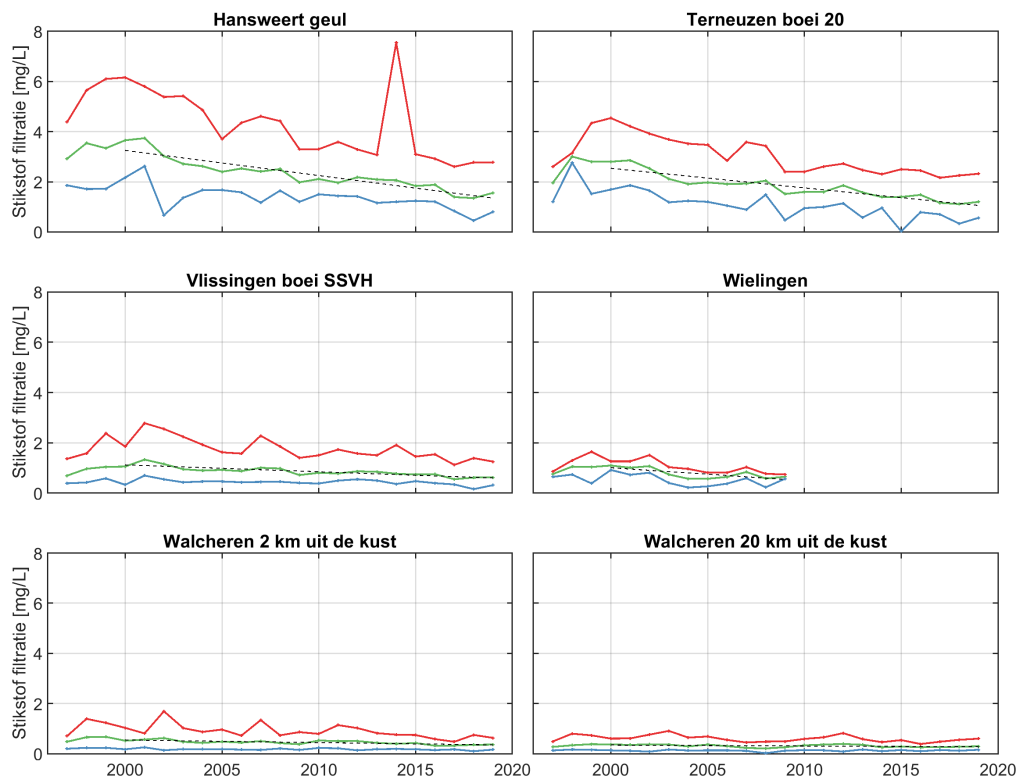


Figure 85: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van het stikstofgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

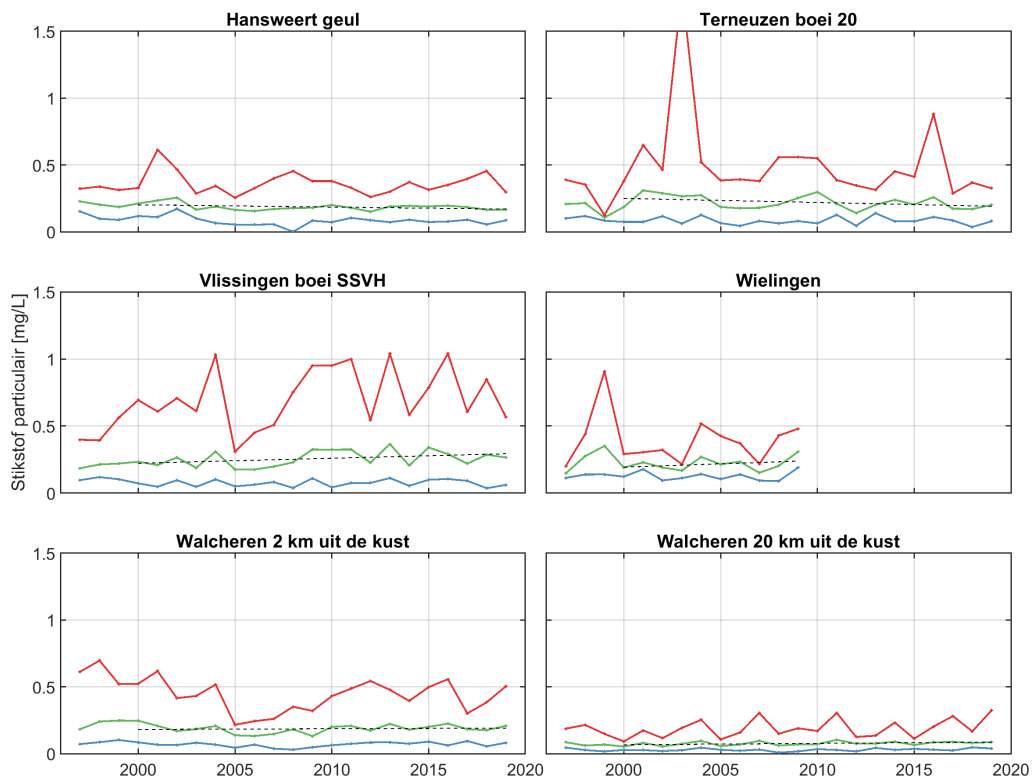


Figure 86: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van het partikulair stikstofgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

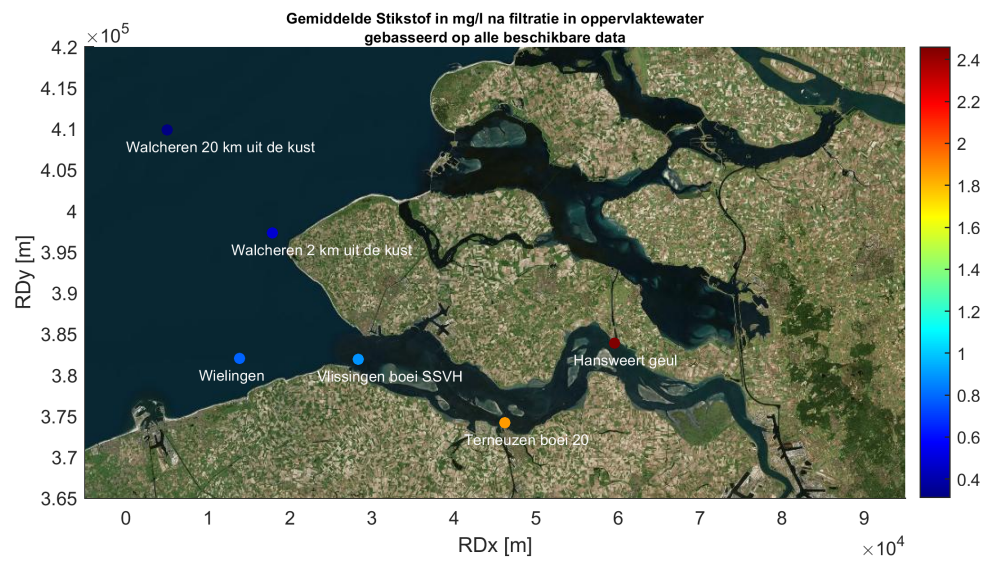


Figure 87: Gemiddelde stikstofgehalte na filtratie per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

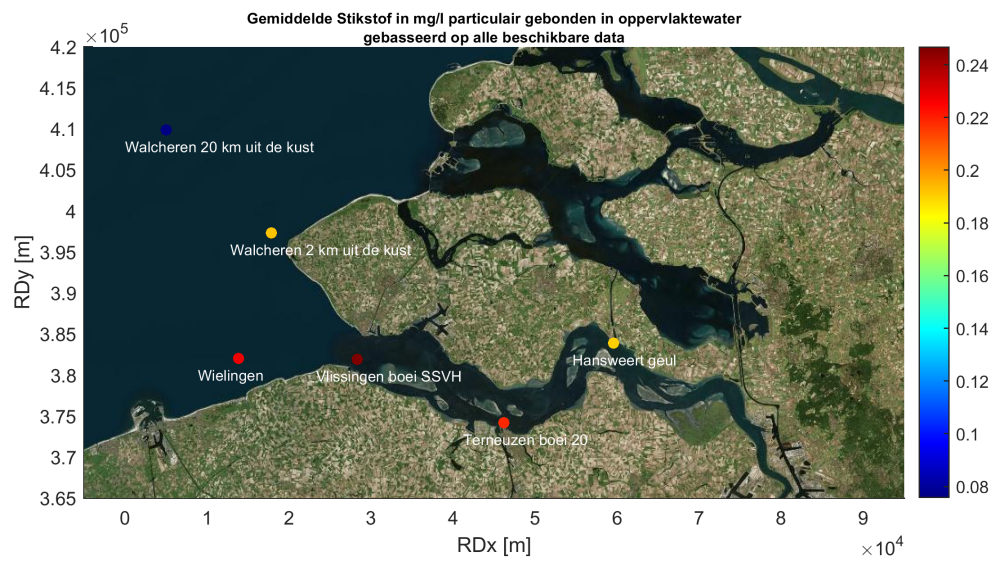


Figure 88: Gemiddelde hoeveelheid particulier stikstofgehalte na filtratie per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Table 21: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het ammoniumgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum
Schaar van Ouden Doel	0.31	3.49	0.01
Hansweert geul	0.07	0.88	0.00
Terneuzen boei 20	0.08	0.37	0.01
Vlissingen boei SSVH	0.05	0.20	0.00
Walcheren 2 km uit de kust	0.04	0.13	0.00
Walcheren 20 km uit de kust	0.02	0.10	0.00

Table 22: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het nirtietfgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	0.05	0.35	0.00	-0.002	0.70
Hansweert geul	0.04	0.27	0.00	-0.001	0.42
Terneuzen boei 20	0.15	35.00	0.01	-0.001	0.51
Vlissingen boei SSVH	0.02	0.08	0.00	-0.001	0.71
Walcheren 2 km uit de kust	0.01	0.04	0.00	-0.001	2.00
Walcheren 20 km uit de kust	0.01	0.04	0.00	0.000	0.11

4.10.3 Ammonium

Figuur 89 toont de jaargemiddelden ammonium per station, samen met de minimaal en maximaal gemeten waarden per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 21 de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station weergegeven. De stations zijn gerangschikt in stroomafwaartse richting.

In benedenstroomse richting nemen de concentraties van ammonium sterk af, zie Figuur 91. Op het station Schaar van Ouden Doel, en in mindere mate Hansweert, zijn hoge pieken waarneembaar. Ook zijn bij Schaar van Ouden Doel en Hansweert de maxima over de periode 1996-2006 afgenomen. Sinds 2006 lijkt de situatie stabiel. Ammoniumconcentraties zijn laag en hebben maar een klein aandeel in totaal stikstof. De minima liggen vaak tegen de detectielimiet (0.01 mg/L) waardoor trends moeilijker waar te nemen zijn.

Let op: de y-assen van subfiguren van Figuur 89 verschillen. Y-assen voor de linker en rechter figuur zijn wel hetzelfde.

4.10.4 Nitriet

Figuur 90 toont de jaargemiddelden nitriet per station, samen met de minimaal en maximaal gemeten waarden per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 22 de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station weergegeven.

In benedenstroomse richting nemen de concentraties van nitriet af, zie Figuur 92. Op het station Schaar van Ouden Doel en in mindere mate de stations benedenstrooms, zijn relatief hoge pieken waarneembaar. Nitriet concentraties zijn laag in vergelijking met nitraat. Bij Schaar van Ouden Doel, Hansweert en Terneuzen lijken de concentraties te dalen, tot ca. het jaar 2000. Sinds 2006 wordt bij Schaar van Ouden Doel en de stations in de monding regelmatig de detectiegrens (0.01 mg/L) bereikt, waardoor de jaargemiddelde waarden beïnvloed worden. Overall is er in het estuarium een licht dalende trend waarneembaar, die het sterkst is bij Schaar van Oude doel. De sterke trend bij Terneuzen wordt veroorzaakt door een uitschieter.

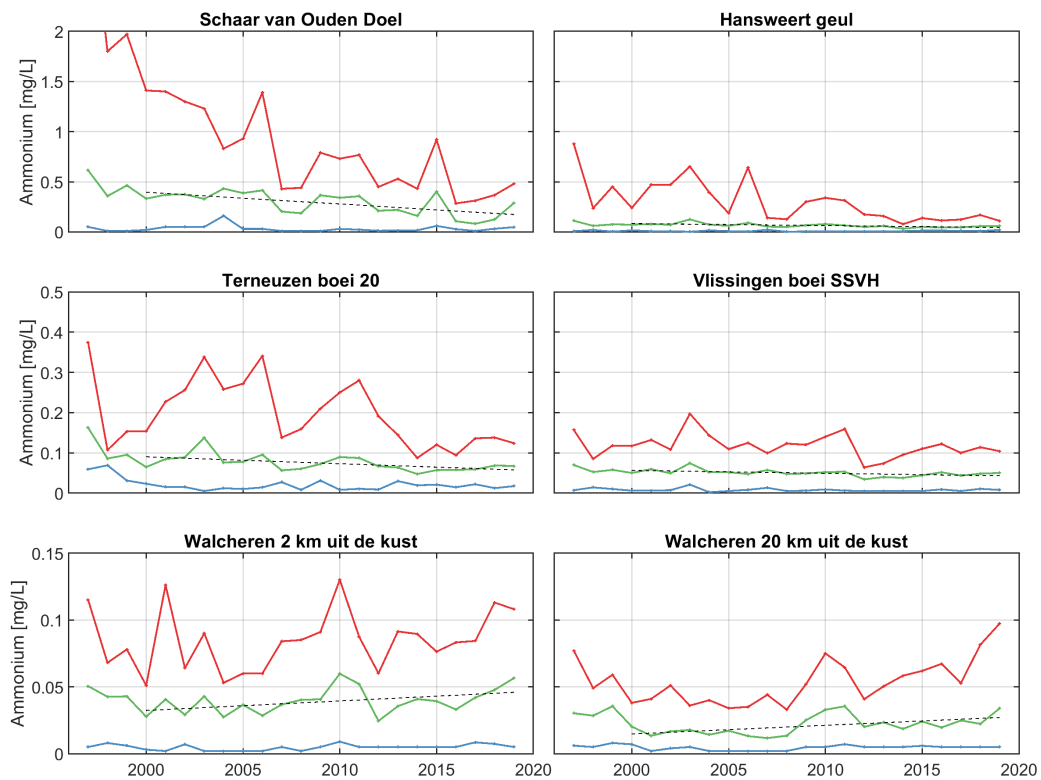


Figure 89: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van het ammoniumgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

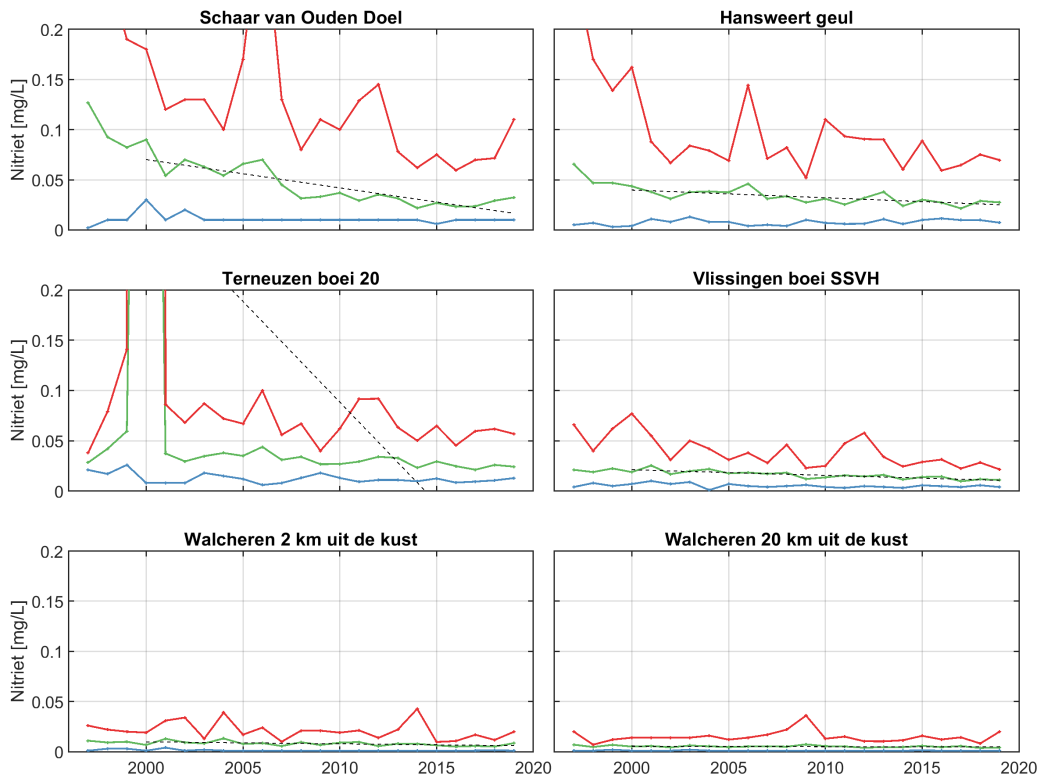


Figure 90: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van het nitrietgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

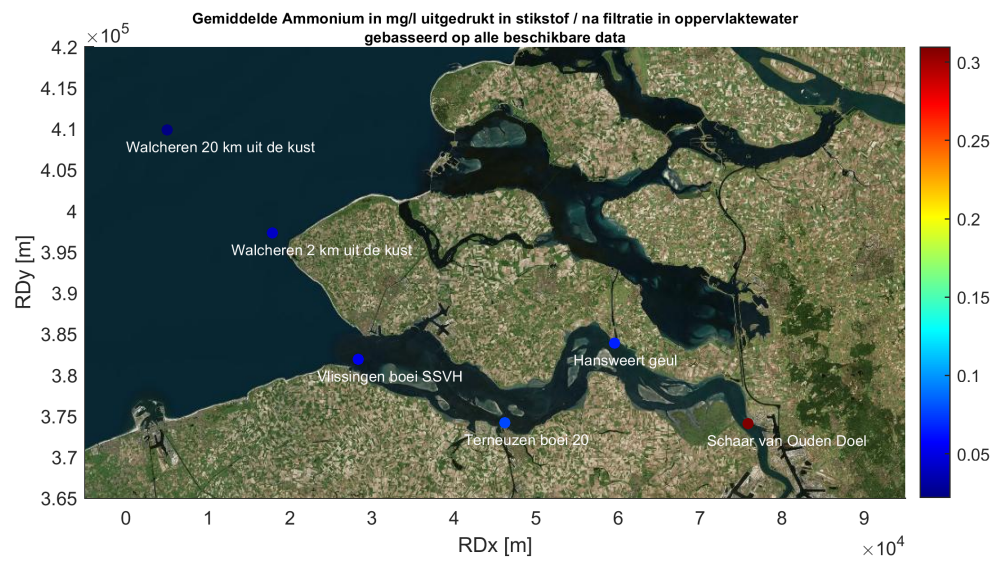


Figure 91: Gemiddelde ammoniumgehalte per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

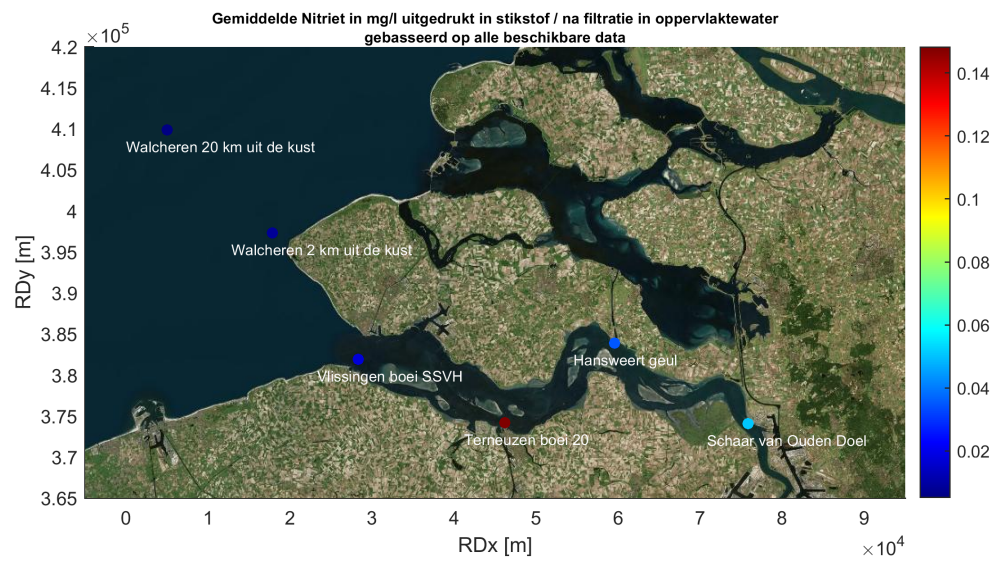


Figure 92: Gemiddelde nitrietgehalte per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Table 23: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het niraatfgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	3.19	5.79	0.01	-0.103	0.72
Hansweert geul	2.05	5.45	0.01	-0.076	0.76
Terneuzen boei 20	1.74	14.00	0.20	-0.058	0.75
Vlissingen boei SSVH	0.63	2.35	0.04	-0.024	0.63
Walcheren 2 km uit de kust	0.27	1.13	0.00	-0.009	0.60
Walcheren 20 km uit de kust	0.15	0.73	0.00	-0.005	0.37

4.10.5 Nitraat

Figuur 93 toont de jaargemiddelden per station, samen met de minimaal en maximaal gemeten waardes per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 23 de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station weergegeven.

Deze resultaten laten zien dat de niraatgehaltes sterk afnemen in stroomafwaartse richting, zie ook Figuur 95. Daarnaast is een dalende trend waarneembaar vanaf 2000, vooral in het oostelijk deel van de Westerschelde. Deze trend is beperkt statistische significant te noemen. De laatste jaren, sinds ca. 2009, zijn de gemiddelde niraatgehaltes redelijk stabiel voor alle stations behalve Schaar van Ouden Doel. %trend van tot 0.14 mg/L per jaar

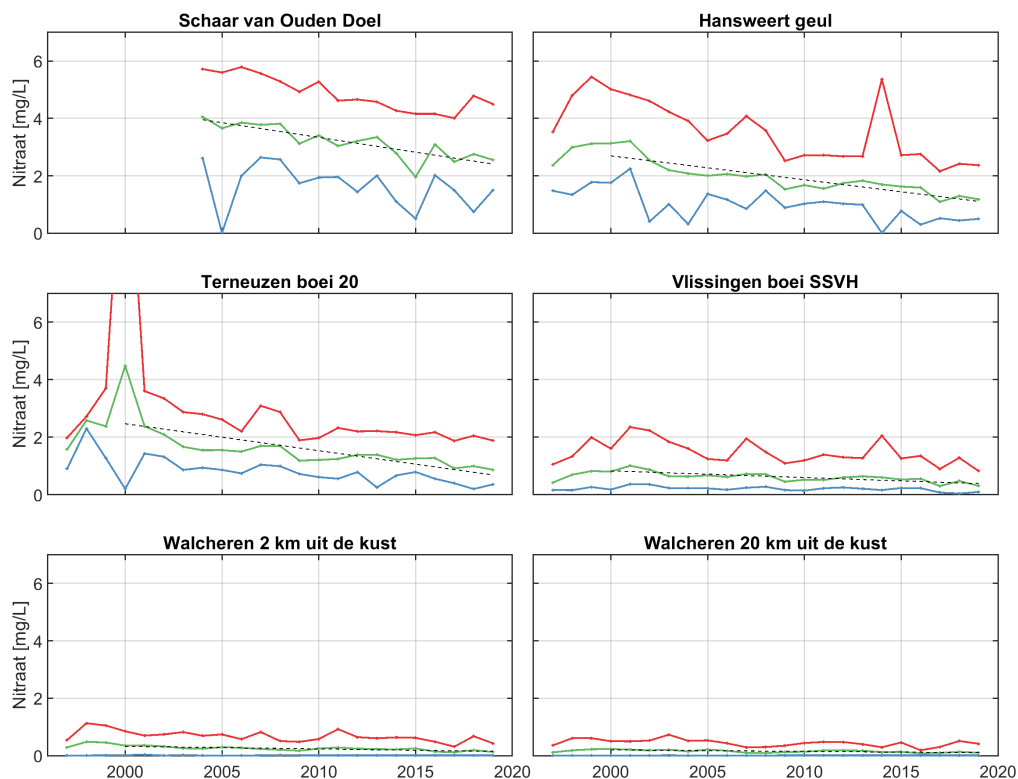


Figure 93: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van het niraatfgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

Table 24: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het orthofosfaatgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	0.15	0.42	0.02	-0.001	0.21
Hansweert geul	0.12	0.57	0.01	-0.003	0.81
Terneuzen boei 20	0.10	1.45	0.02	-0.003	0.30
Vlissingen boei SSVH	0.05	1.22	0.00	-0.002	0.59
Walcheren 2 km uit de kust	0.03	0.69	0.00	0.000	0.01
Walcheren 20 km uit de kust	0.02	0.24	0.00	0.000	0.05

4.10.6 Orthofosfaat

Figuur 94 toont de jaargemiddelden orthofosfaat per station, samen met de minimaal en maximaal gemeten waarden per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 24 de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station weergegeven. Voor deze variabele is er slechts data vanaf 2009 tot en met 2018.

De orthofosfaatconcentraties na filtratie nemen af in stroomafwaartse richting, zie ook Figuur 96. Enkele hoge pieken vallen op in de meetdata, bijvoorbeeld op de stations Walcheren 2 km uit de kust en Walcheren 20 km uit de kust in het jaar 2010. In 2016 werd een dergelijke piek waargenomen voor de hoeveelheid orthofosfaat bij station Schaar van Ouden Doel. In 2017 en 2018 was deze piek niet meer aanwezig en bleef het gemiddelde ongeveer op het niveau van 2016. De resultaten van de overige stations illustreren dat de concentraties de laatste jaren redelijk constant in de tijd zijn.

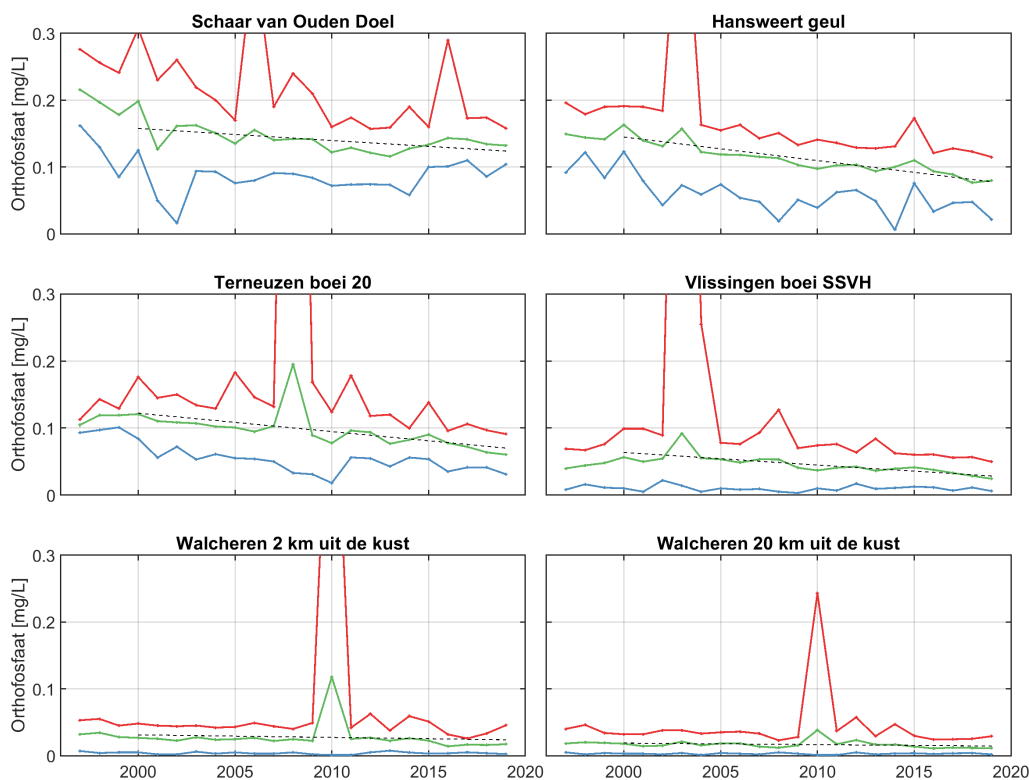


Figure 94: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van het orthofosfaatgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

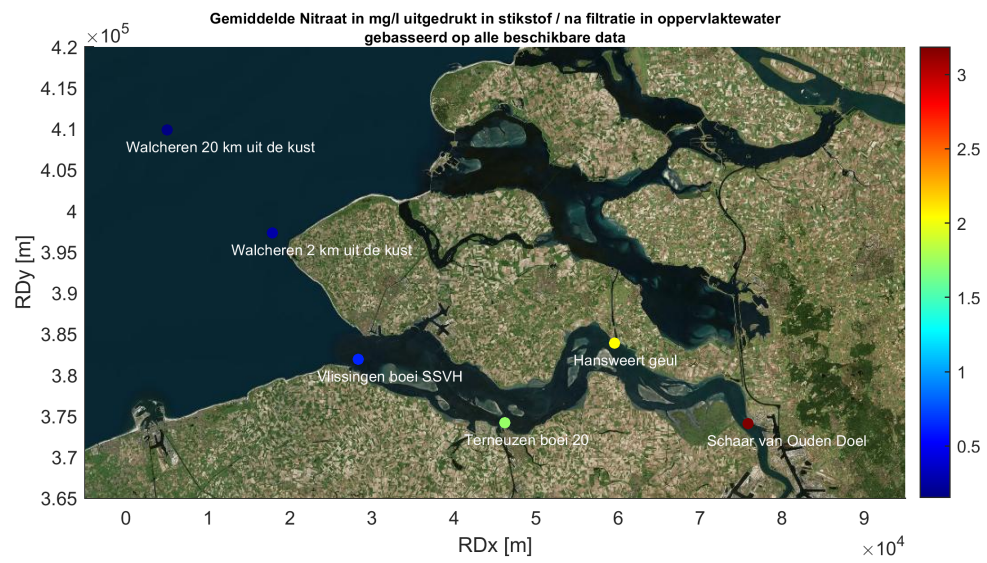


Figure 95: Gemiddelde nitraatgehalte per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

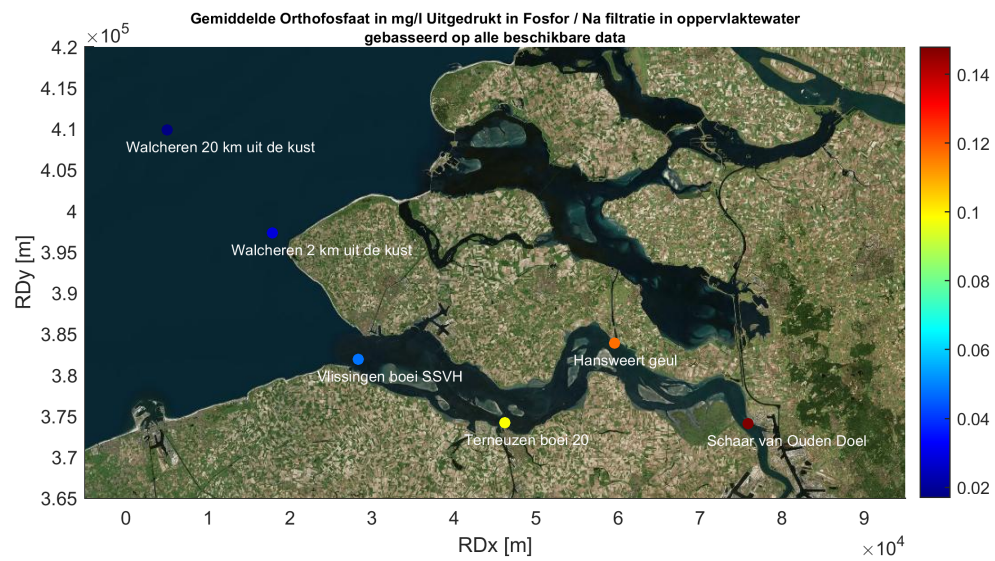


Figure 96: Gemiddelde orthofosfaatgehalte per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Table 25: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het fosfaatgehalte na filtratie in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Hansweert geul	0.13	0.60	0.03	-0.003	0.81
Terneuzen boei 20	0.10	1.23	0.02	-0.003	0.38
Vlissingen boei SSVH	0.06	1.27	0.01	-0.002	0.60
Wielingen	0.07	1.10	0.01	0.002	0.00
Walcheren 2 km uit de kust	0.04	1.50	0.00	-0.001	0.02
Walcheren 20 km uit de kust	0.02	0.24	0.00	-0.001	0.18

Table 26: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het particulier gebonden fosfaatgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Hansweert geul	0.06	0.32	0.00	-0.002	0.56
Terneuzen boei 20	0.06	0.34	0.01	-0.001	0.23
Vlissingen boei SSVH	0.06	0.31	0.01	0.000	0.00
Wielingen	0.06	0.12	0.01	0.001	0.12
Walcheren 2 km uit de kust	0.04	0.21	0.00	0.000	0.01
Walcheren 20 km uit de kust	0.01	0.04	0.00	-0.001	2.56

4.10.7 Totaal fosfaat

Figuur 97 toont de jaargemiddelden fosfaat na filtratie per station, samen met de minimaal en maximaal gemeten waarden per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 25 de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station weergegeven. Bij Schaar van Ouden Doel wordt het fosfaat na filtratie niet bepaald. In plaats daarvan is station Wielingen gepresenteerd. De stations zijn gerangschikt in stroomafwaartse richting.

De resultaten lijken sprekend op die van orthofosfaat, vooral op de bovenstroomse stations, zie ook Figuur 99. Dit komt doordat fosfaat na filtratie de som is van orthofosfaat, hydrolysbaar fosfaat en opgelost organisch fosfor. Het gehalte opgelost organisch fosfor is dus blijkbaar laag. De pieken in de meetwaarden bij Walcheren 2 km uit de kust en Walcheren 20 km uit de kust in 2010 komen dus ook hier weer terug. In de richting van de zee is de concentratie opgelost fosfaat een beetje hoger dan die van orthofosfaat. Dat verschil is de organische opgeloste fractie, die niet wordt gemeten in de orthofosfaatanalyse. Er is een dalende trend bij de stations in de Westerschelde (i.e. Hansweert, Terneuzen en Vlissingen) tot 0.004 mg/L maar deze is alleen bij Hansweert significant. In Vlissingen is de daling relatief gelijk aan die van Hansweert en statistisch ook significant, maar in mindere mate.

4.10.8 Particulair gebonden fosfaat

Figuur 98 toont de jaargemiddelden particulier gebonden fosfaat per station, samen met de minimaal en maximaal gemeten waarden per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 26 de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station weergegeven. Bij Schaar van Ouden Doel wordt het particulier gebonden fosfaat niet bepaald. In plaats daarvan is station Wielingen gepresenteerd. De stations zijn gerangschikt in stroomafwaartse richting.

De concentraties particulier gebonden fosfaat tonen geen duidelijke longitudinale of temporele gradiënten, zie Figuur 100. Net als voor zwevend stof fluctueert de concentratie sterk, en zijn de gehalten op de meeste stations vergelijkbaar, behalve op Walcheren 20 km uit de kust, waar de gemeten gehalten een stuk lager zijn. Bij Hansweert dalen de gemiddelde concentraties particulier gebonden fosfaat. Bij de andere stations zijn geen duidelijke trends te zien. Het opvallend hoge maximum gemeten bij station Vlissingen boei in 2016 is waarschijnlijk een incidentele waarde, gezien de maximale waarden in 2017 en 2018.

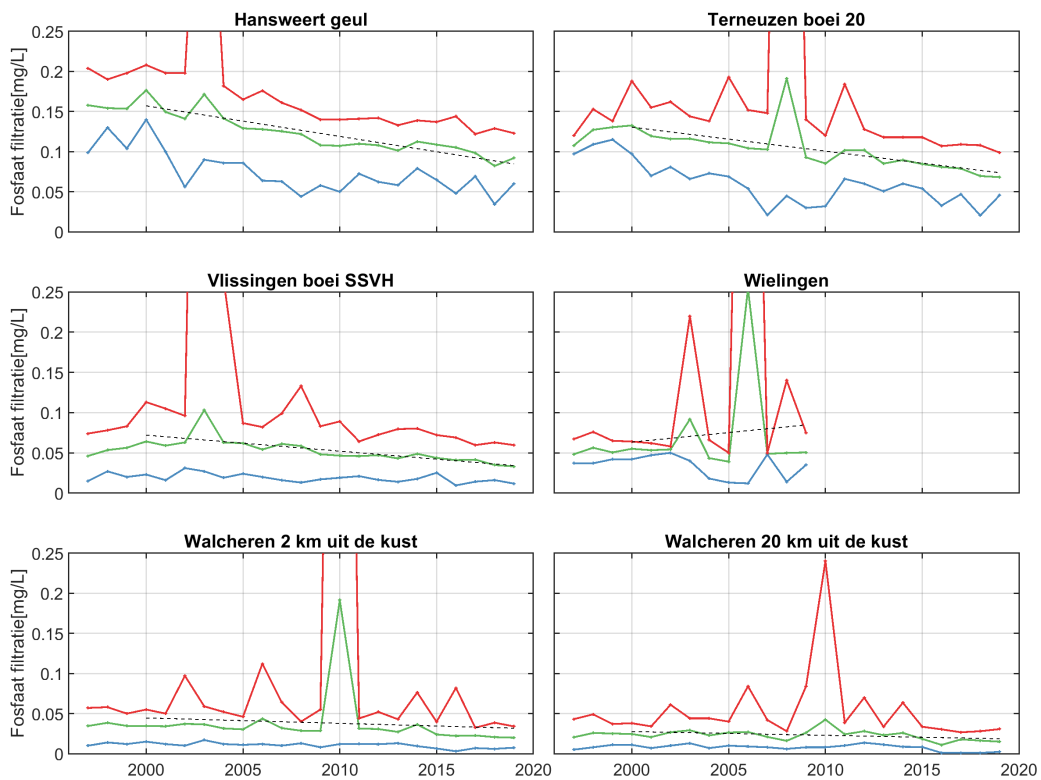


Figure 97: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van het fosfaatgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

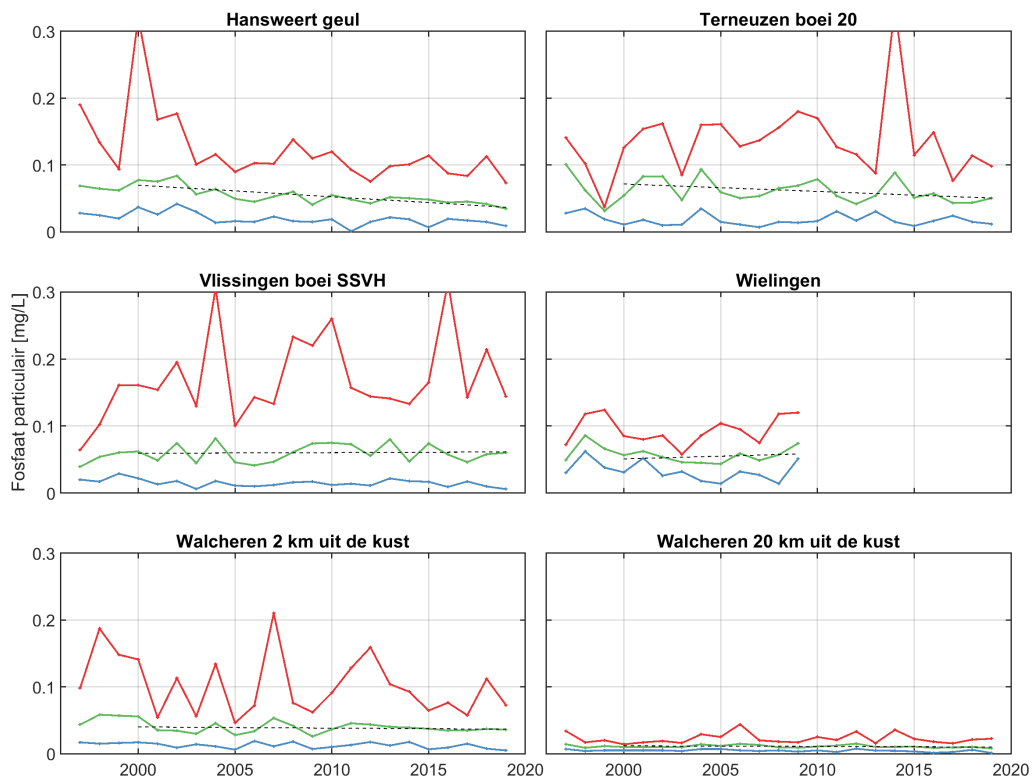


Figure 98: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van het partikulair gebonden fosfaatgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

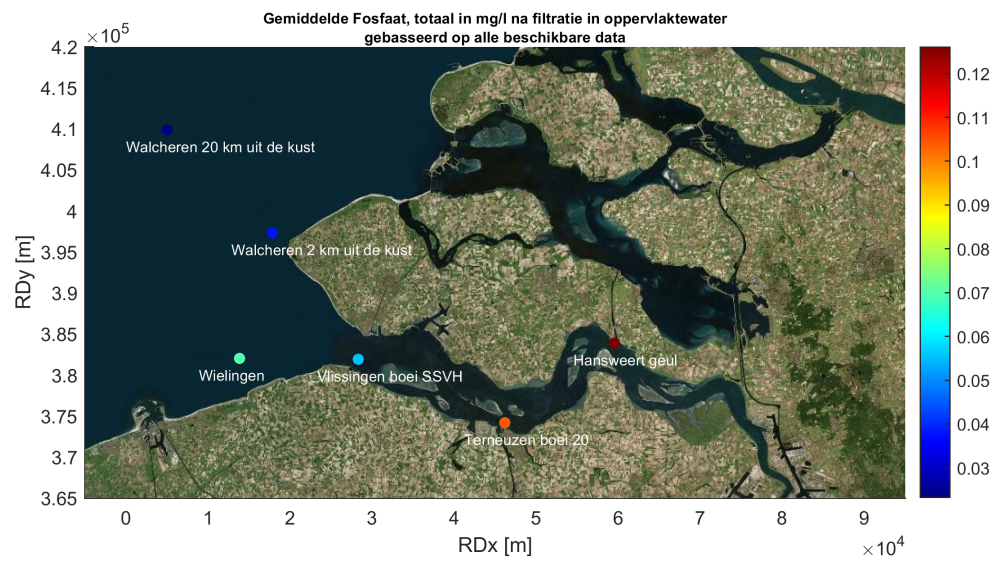


Figure 99: Gemiddelde fosfaatgehalte na filtratie per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

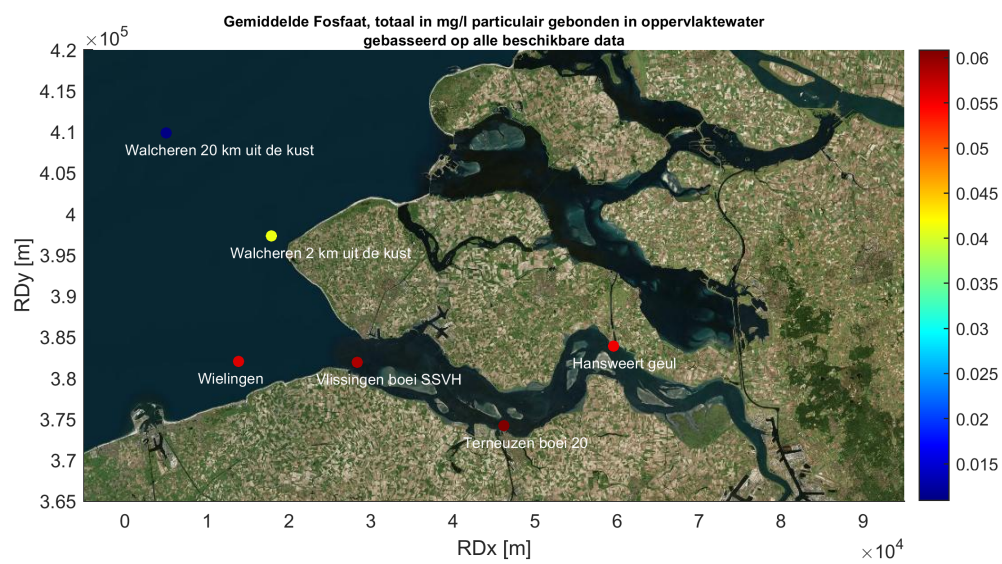


Figure 100: Gemiddelde particulier gebonden fosfaatgehalte per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Table 27: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het silicaatgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum
Schaar van Ouden Doel	3.01	5.87	0.04
Hansweert geul	1.43	4.71	0.01
Terneuzen boei 20	1.24	3.11	0.01
Vlissingen boei SSVH	0.53	2.03	0.01
Walcheren 2 km uit de kust	0.29	1.04	0.01
Walcheren 20 km uit de kust	0.17	0.69	0.01

4.10.9 Silicaat

Figuur 101 toont de jaargemiddelden silicaat per station, samen met de minimaal en maximaal gemeten waarden per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 27 de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station weergegeven. De stations zijn gerangschikt in stroomafwaartse richting.

De resultaten laten duidelijk zien dat de concentraties afnemen in de richting van de zee, zie Figuur 102. Het valt op dat voor station Schaar van Ouden Doel, Hansweert geul en Terneuzen boei 20 de minima vanaf ca. 2007 tot 2013 naar nul gingen, m.a.w. er trad destijds siliciumuitputting op.

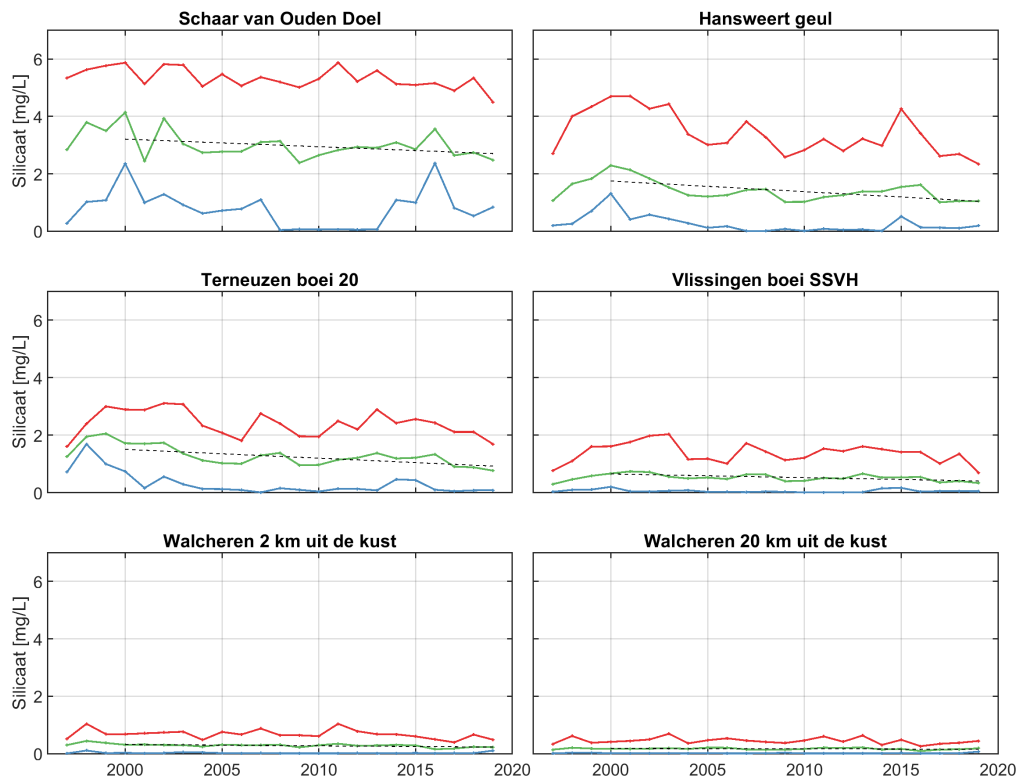


Figure 101: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van het silicaatgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

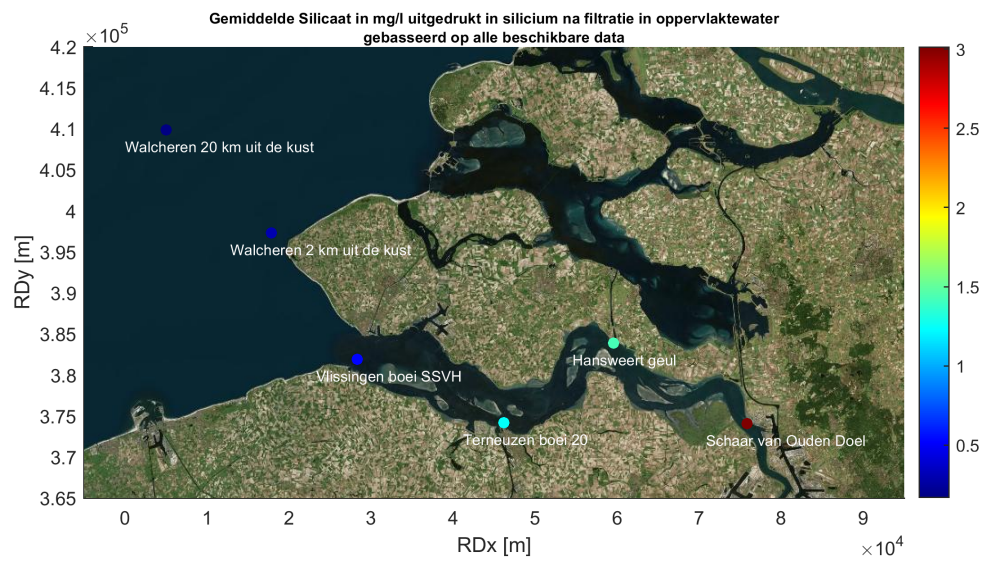


Figure 102: Gemiddelde silicaatgehalte per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Table 28: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het opgeloste koolstofgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Hansweert geul	3.18	15.40	0.60	-0.065	0.64
Terneuzen boei 20	2.62	5.12	0.01	-0.050	0.67
Vlissingen boei SSVH	1.96	5.00	0.41	-0.018	0.37
Wielingen	1.73	5.11	0.86	-0.002	0.00
Walcheren 2 km uit de kust	1.40	2.65	0.38	-0.002	0.01
Walcheren 20 km uit de kust	1.22	3.08	0.28	-0.001	0.00

4.10.10 Organisch koolstof

In deze paragraaf worden de metingen weergegeven van particulier organisch koolstof (POC) en opgelost organisch koolstof (DOC). Dit is alle koolstof van organische oorsprong die particulier gebonden respectievelijk opgelost aanwezig is.

4.10.10.1 Opgelost organisch koolstof Figuur 103 toont de jaargemiddelden per station, samen met de minimaal en maximaal gemeten waarden per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 28 de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station weergegeven. Bij Schaar van Ouden Doel wordt het opgelost organisch koolstof niet bepaald. In plaats daarvan is station Wielingen gepresenteerd. De stations zijn gerangschikt in stroomafwaartse richting.

De gehalten dalen in stroomafwaartse richting (met toenemende saliniteit), zie ook Figuur 106. In het estuarium treedt een dalende trend op. Specifiek stations Hansweert geul en Terneuzen boei 20 dalen 0.06 tot 0.07 mg/L per jaar (met beperkte statistische significantie). Deze afname wordt mogelijk verklaard door een afname in DOC lozingen. De laatste jaren zet de dalende trend niet door en lijkt de concentratie zich te stabiliseren (met jaarlijkse variaties). Voor de Walcheren locaties is een lichte stijging zichtbaar sinds 2016 die niet voor de overige stations wordt waargenomen.

4.10.10.2 Particulair gebonden organisch koolstof

4.10.10.2.1 Jaargemiddelden Figuur 104 toont de jaargemiddelden particulier gebonden organisch koolstof per station, samen met de minimaal en maximaal gemeten waarden per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 29 de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station weergegeven. Bij Schaar van Ouden Doel wordt het particulier organisch koolstof niet bepaald. In plaats daarvan is station Wielingen gepresenteerd. De stations zijn gerangschikt in stroomafwaartse richting.

De hoeveelheid particulier organisch koolstof varieert sterk van jaar tot jaar. Ver uit de kust (Walcheren 20 km uit de kust) is de concentratie een stuk lager dan op de andere stations. Er zijn geen duidelijke temporele trends waarneembaar, zie ook Figuur 107.

4.10.10.2.2 Seizoensgemiddelden Figuur 105 toont het seizoensgemiddelde gehalte particuliere koolstofgehalte per station voor de periode 1996-2018. Er is geen duidelijk verschil tussen zomer en winterwaarden, wat laat zien dat de fytoplanktonbloei wegvalt in de achtergrondwaarden. Ook is de variatie per station beperkt te noemen.

4.11 C:N:P ratio's

De molaire C:N:P ratio's zijn berekend uit jaargemiddelden van particulier organisch koolstof (POC), particulier gebonden stikstof (PN) en particulier gebonden fosfaat (PP). De molaire NC-ratio en de molaire

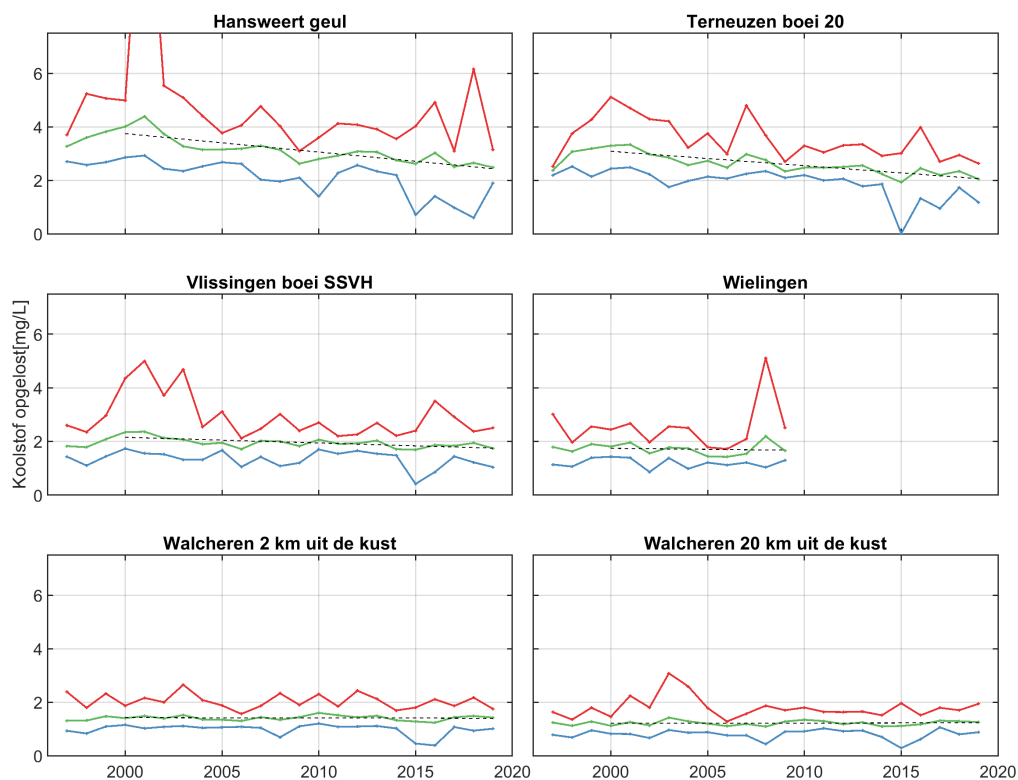


Figure 103: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van het opgeloste koolstofgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

Table 29: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het particuliere koolstofgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Hansweert geul	1.38	3.80	0.00	0.000	0.00
Terneuzen boei 20	1.56	7.28	0.27	-0.004	0.01
Vlissingen boei SSVH	1.65	7.40	0.27	0.044	0.24
Wielingen	1.37	6.60	0.45	0.038	0.11
Walcheren 2 km uit de kust	1.28	4.21	0.17	0.025	0.29
Walcheren 20 km uit de kust	0.48	3.27	0.05	0.016	0.51

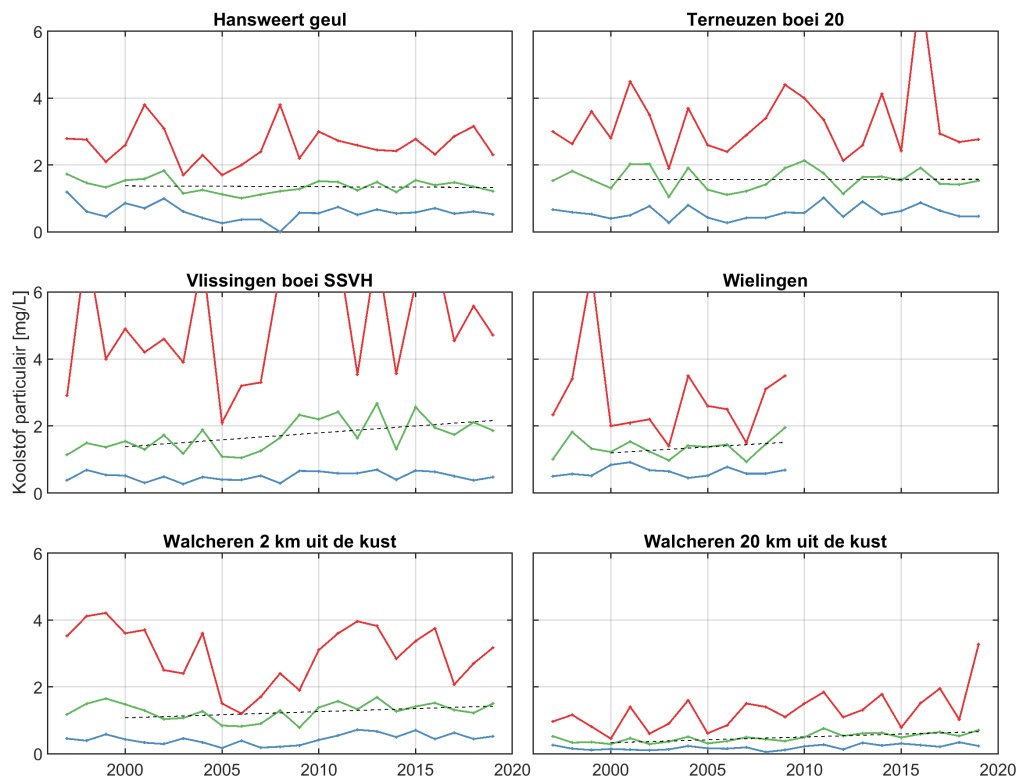


Figure 104: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van het particuliere koolstofgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

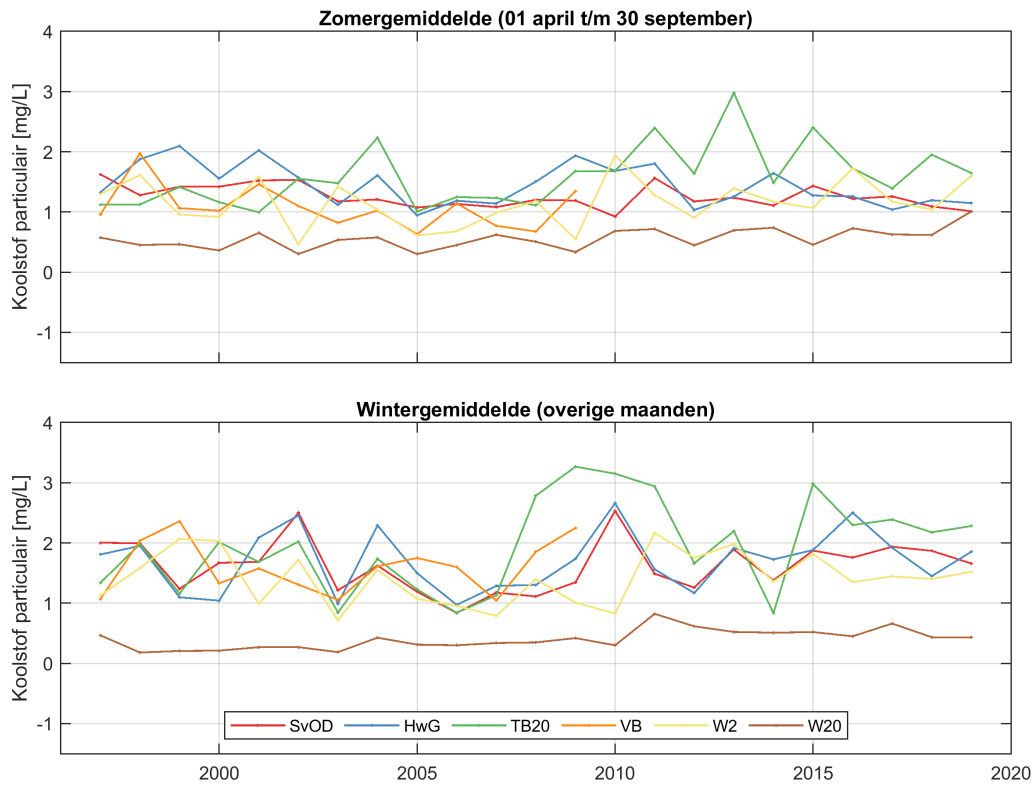


Figure 105: Gemiddeld waarden voor de hoeveelheid particuliere koolstofgehalte gedurende de zomer en de winter in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

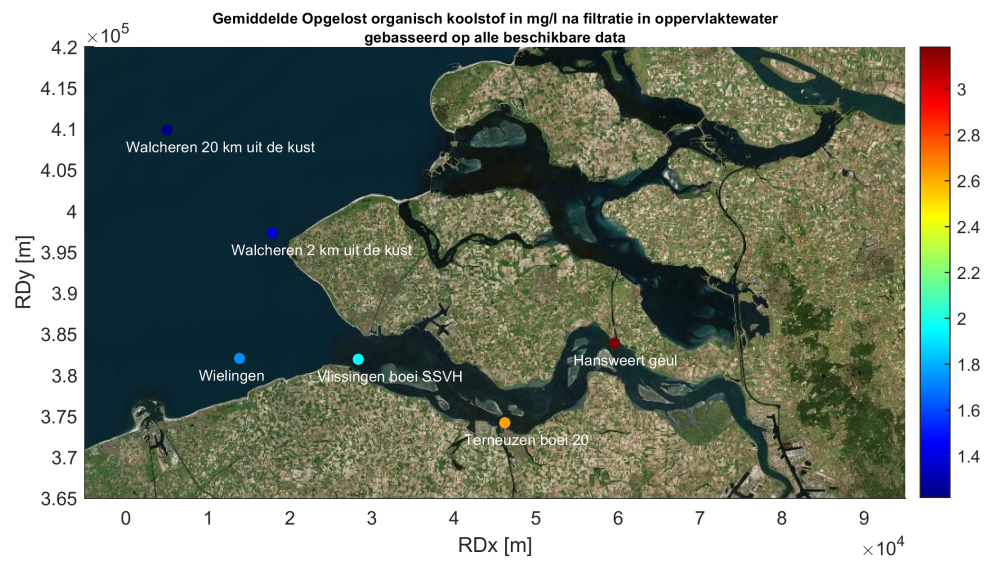


Figure 106: Gemiddelde opgeloste koolstofgehalte per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

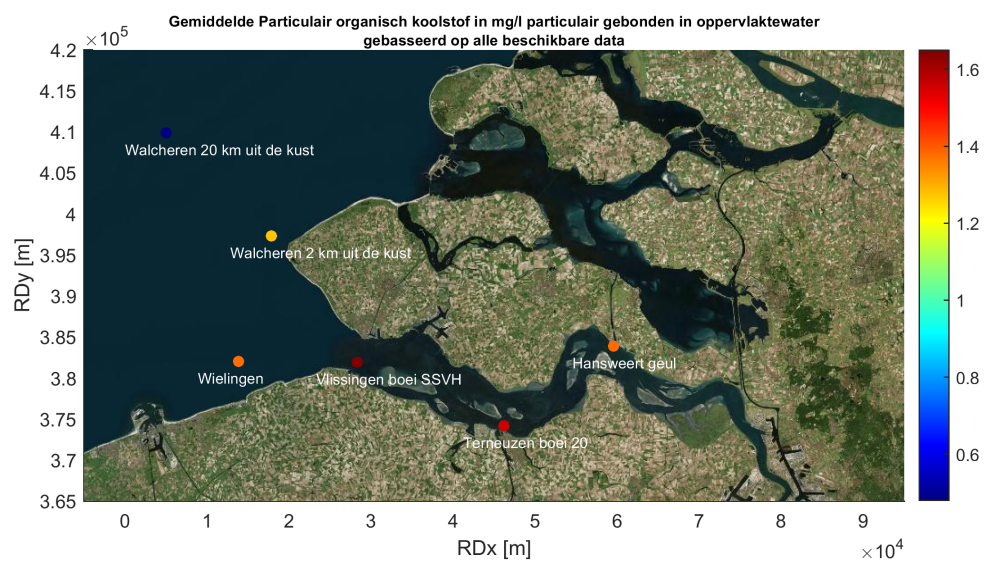


Figure 107: Gemiddelde particulare koolstofgehalten per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Table 30: Gemiddelde molaire C-N-P-ratio uitgedrukt ten opzichte van een gehalte C van 106 gemiddeld over alle data van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Afkorting	C-ratio	N-ratio	P-ratio
Hansweert geul	HwG	106	12.6	1.6
Terneuzen boei 20	TB20	106	12.6	1.6
Vlissingen boei SSVH	VB	106	13.5	1.4
Wielingen	WIEL	106	15.1	1.8
Walcheren 2 km uit de kust	W2	106	13.8	1.3
Walcheren 20 km uit de kust	W20	106	14.8	1.0

PC-ratio zijn uitgedrukt ten opzichte van een gehalte C van 106, om de vergelijking met de zogenaamde Redfield-ratio (C:N:P = 106:16:1) mogelijk te maken:

$$N/C = 106 * \frac{PN/14}{POC/12}$$

$$P/C = 106 * \frac{PP/31}{POC/12}$$

De Redfield-ratio gaat over de verhoudingen van organisch C, N en P in particulier materiaal. Omdat totaal N en P in particulier materiaal gemeten zijn, zit er ook particulier anorganisch P (PAP) bij. Dit leidt tot een overschatting van de hoeveelheid P in de data ten opzichte van de Redfield-ratio. Er is geen particulier anorganisch N.

Figuur 108, Figuur 109 en Figuur 110 tonen de jaarwaardes per station. De gemiddelde waardes in de zomer en winter kunnen worden gevonden in Figuur 111, Figuur 112 en Figuur 113. Daarnaast zijn in Tabel 30 de gemiddelde waardes te vinden. De gemiddelde waardes uit Figuur 108 en Figuur 109 kunnen het best worden vergeleken met Tabel 30.

Bij Walcheren 20 km komen de hoogste stikstofratios voor en over het algemeen neemt de N-C-ratio toe naar mate men verder uit het estuarium gaat. Dit kan verklaard worden door een afname van terrestrisch materiaal (met lage N-C ratio) en toename van vers organisch materiaal (hoge N-C ratio) in stroomafwaartse richting. Een tegenoverstelde trend is zichtbaar voor de P-C-ratio's aangezien de laagste waarde wordt gevonden bij Walcheren 20 km en over het algemeen neemt de fosforratio toe naar mate men verder in het estuarium komt. Dit kan verklaard worden door een hogere bijdrage van anorganisch particulier P in stroomopwaartse richting. Bij Walcheren 20 km is de stoichiometrische verhouding ook het dichtst bij Redfield. Dit vertaalt zich ook in de N:P ratio die het hoogst is bij Walcheren 20 km en het laagst bij Hansweert Geul.

De N-C-ratio (stikstof) is over het algemeen hoger in de zomerperiode, als er meer algen zijn. De P-C-ratio (fosfor) is over het algemeen hoger in de winterperiode, als de hoeveelheid particulier gebonden fosfaat over het algemeen hoger is. Dit is ook terug te zien in de N:P ratio, met hogere waarden in de zomer dan in de winter.

4.12 Metalen

Metalen in het oppervlaktewater worden zowel voor als na filtratie gemeten. Voor de volgende metalen in het oppervlaktewater worden de metingen gepresenteerd: * Boor (B) * Chroom (Cr) * Koper (Cu) * Uranium (U) * Vanadium (V) * Zink (Zn)

Voor Schaar van Ouden Doel zijn de meeste meetgegevens beschikbaar, circa twee metingen per maand. Voor de andere stations (Hansweert geul, Terneuzen boei 20, Vlissingen boei SSVH en Walcheren 2 km uit de kust) is pas sinds 2009 maandelijks gemeten. Voor 2010 is maar een enkele meetwaarde aanwezig in de

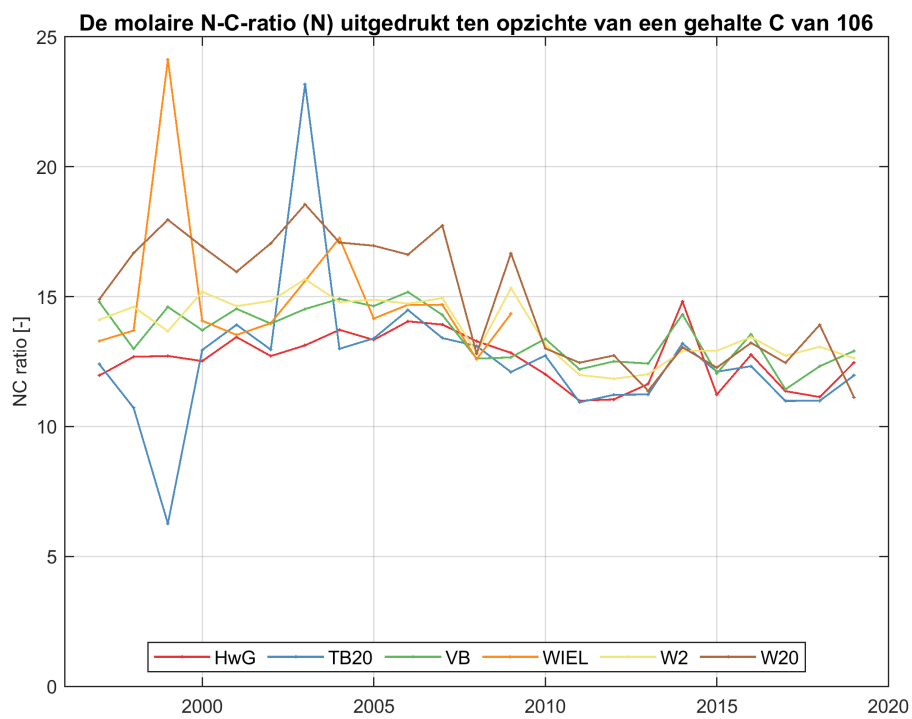


Figure 108: De molaire N-C-ratio, N uitgedrukt ten opzichte van een gehalte C van 106, gemiddeld over een jaar in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

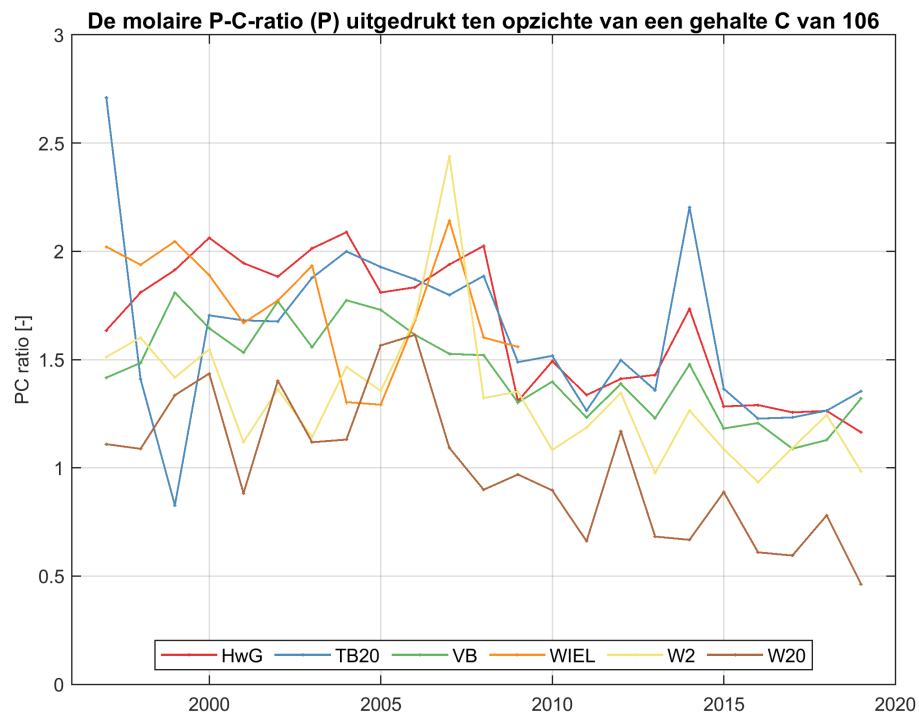


Figure 109: De molaire P-C-ratio, P uitgedrukt ten opzichte van een gehalte C van 106, gemiddeld over een jaar in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

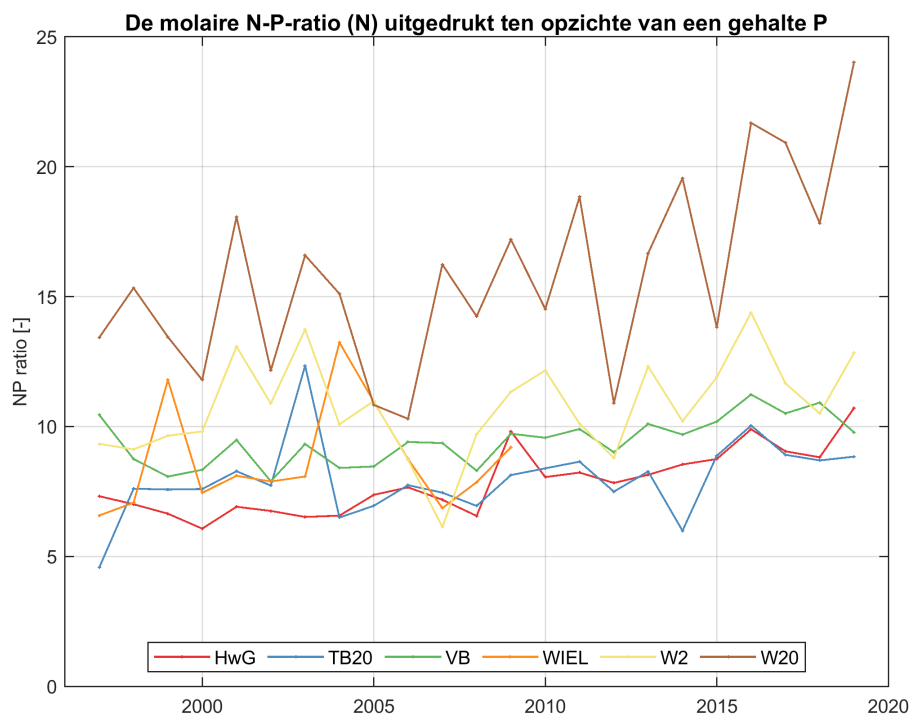


Figure 110: De molaire N-P-ratio, N uitgedrukt ten opzichte van een gehalte P, gemiddeld over een jaar in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.



Figure 111: De molaire N-C-ratio, N uitgedrukt ten opzichte van een gehalte C van 106, gemiddeld over de zomer en winterperiode in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

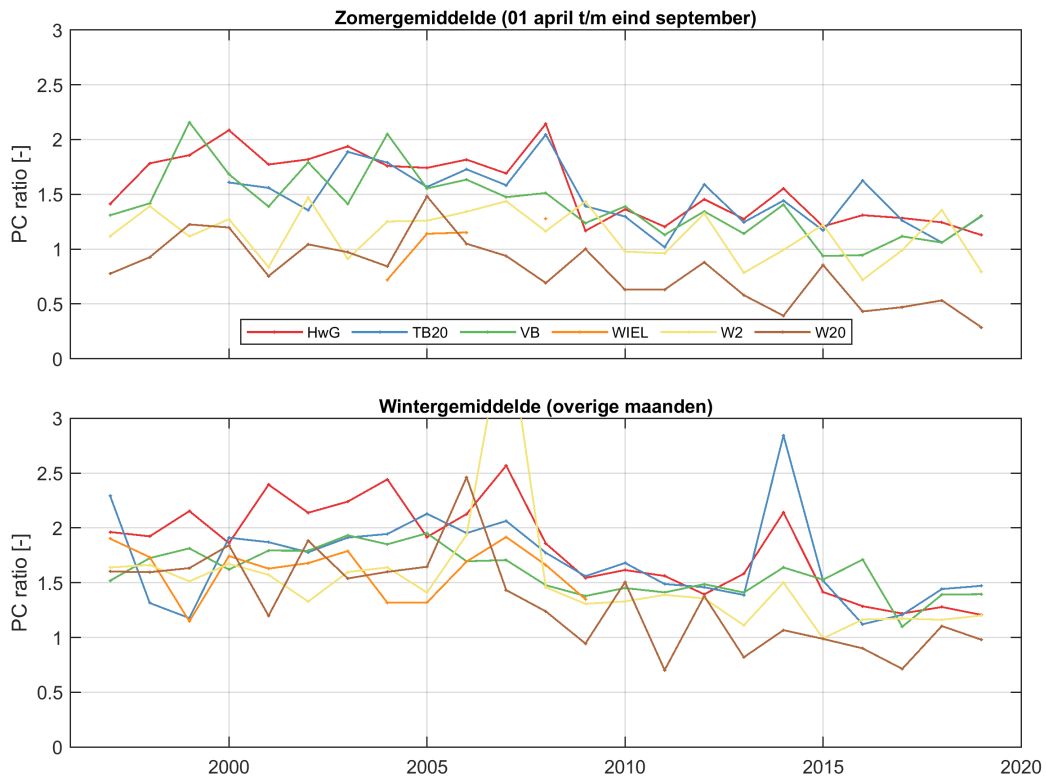


Figure 112: De molaire P-C-ratio, P uitgedrukt ten opzichte van een gehalte C van 106, gemiddeld over de zomer en winterperiode in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.



Figure 113: De molaire N-P-ratio, N uitgedrukt ten opzichte van een gehalte P, gemiddeld over de zomer en winterperiode in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

Table 31: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het totale boorgehalte in $\mu\text{g/L}$ van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	1274	3740	140	3.3	0.00
Hansweert geul	2308	3470	957	-19.8	0.03
Terneuzen boei 20	2693	3790	1300	-119.5	0.74
Vlissingen boei SSVH	3194	4300	2020	-19.3	0.03
Walcheren 2 km uit de kust	3910	4800	2470	-36.4	0.47

Table 32: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het gefilterde boorgehalte in $\mu\text{g/L}$ van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum
Schaar van Ouden Doel	1220	2530	225
Hansweert geul	2248	3480	952
Terneuzen boei 20	2586	3880	1260
Vlissingen boei SSVH	3070	4220	1640
Walcheren 2 km uit de kust	3739	4660	2190

dataset. Voor station Walcheren 20 km uit de kust zijn geen gegevens beschikbaar. Voor sommige stations vielen in 2009 en 2010 de gemeten waarden steeds onder de detectiegrens van de apparatuur. In 2011 lijkt dit probleem verholpen. Dit betekent wel dat de waarden voor 2009 en 2010 voor alle stations behalve Schaar van Ouden Doel voorzichtig moeten worden geïnterpreteerd, omdat de gemiddelden worden beïnvloed door de detectiegrens van de meetapparatuur. Hierna presenteren we steeds jaargemiddelden en minimum- en maximumwaarden per jaar. Merk op dat voor sommige metalen een verschillende verticale as is gebruikt voor de totale concentraties versus de gehalten na filtratie.

4.12.1 Boor

Figuur 114 toont de jaargemiddelden boor per station, samen met de minimaal en maximaal gemeten waarden per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 31 zijn de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station weergegeven.

Voor alle stations geldt dat er lage tot beperkte correlatie is. Het totale boorgehalte stroomopwaarts neemt af, zoals ook te zien in Figuur 116.

4.12.2 Boor na filtratie

Figuur 115 toont de jaargemiddelden boor na filtratie per station, samen met de minimaal en maximaal gemeten waarden per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 32 zijn de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station weergegeven.

De concentraties van boor na filtratie (opgelost) verschillen qua orde van grootte relatief weinig van de totaalconcentraties, wat betekent dat er relatief weinig boor particulier gebonden is. In stroomafwaartse richting nemen de gemiddelde boorgehalten na filtratie toe, zie Figuur 117. De data laten geen significante temporele trends zien.

4.12.3 Chroom

Figuur 118 toont de jaargemiddelden chroom per station, samen met de minimaal en maximaal gemeten waarden per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 33 zijn de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station

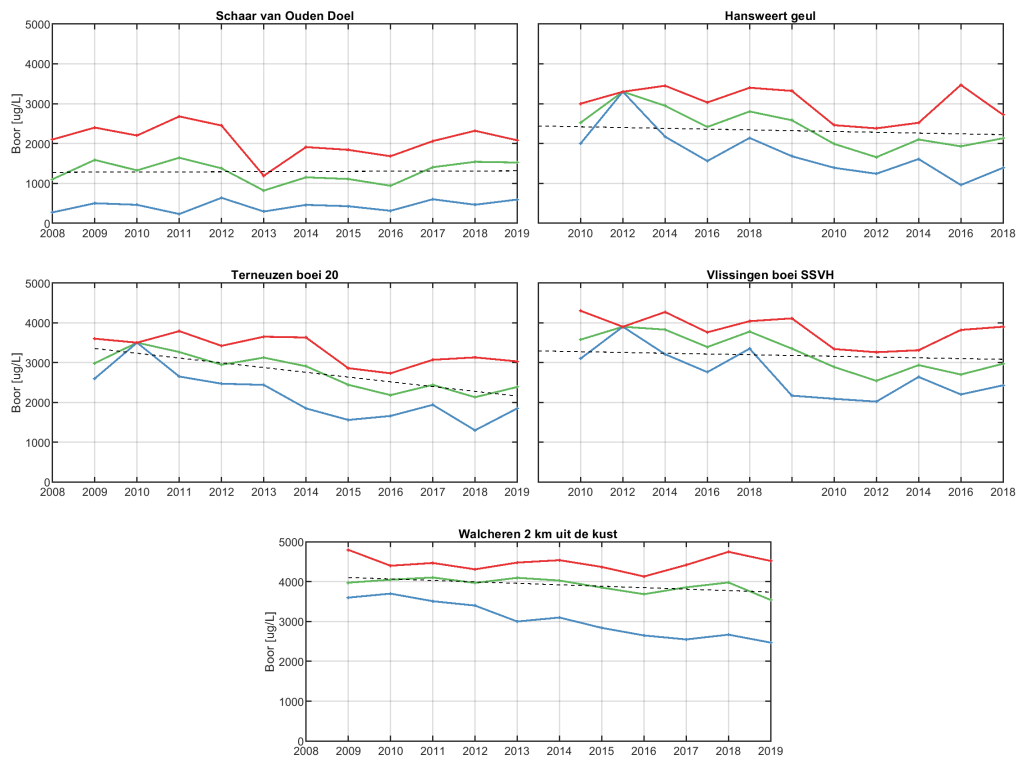


Figure 114: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van het totale boorgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding

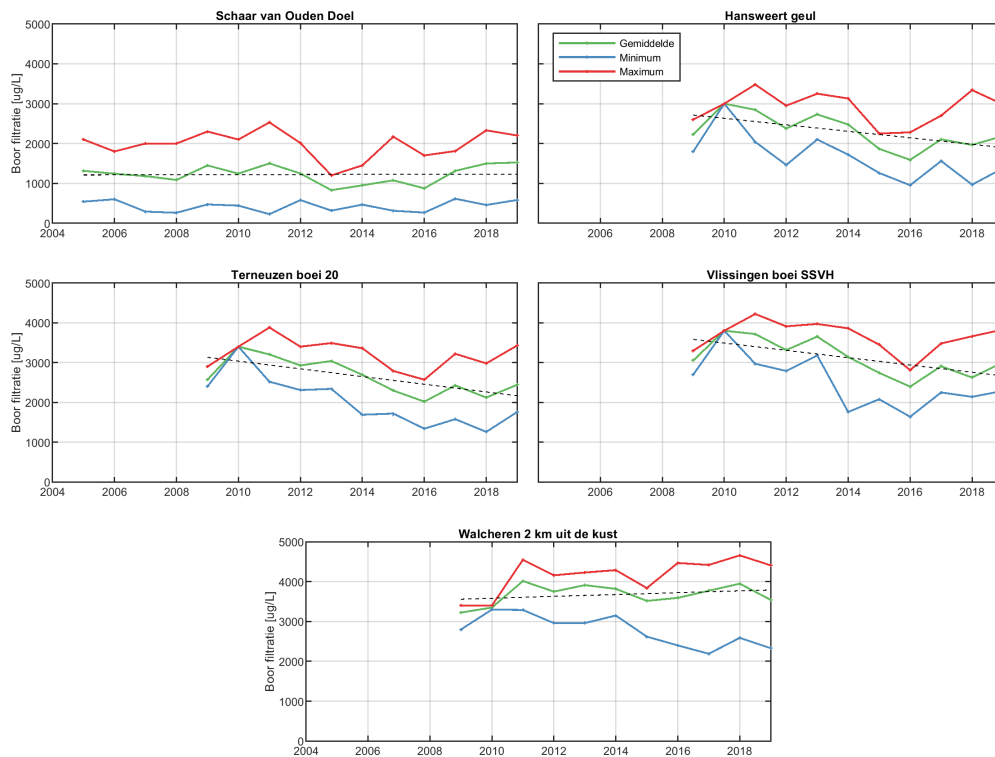


Figure 115: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van het gefilterde boorgehalte in het oppervlakte-water van de Westerschelde en de monding

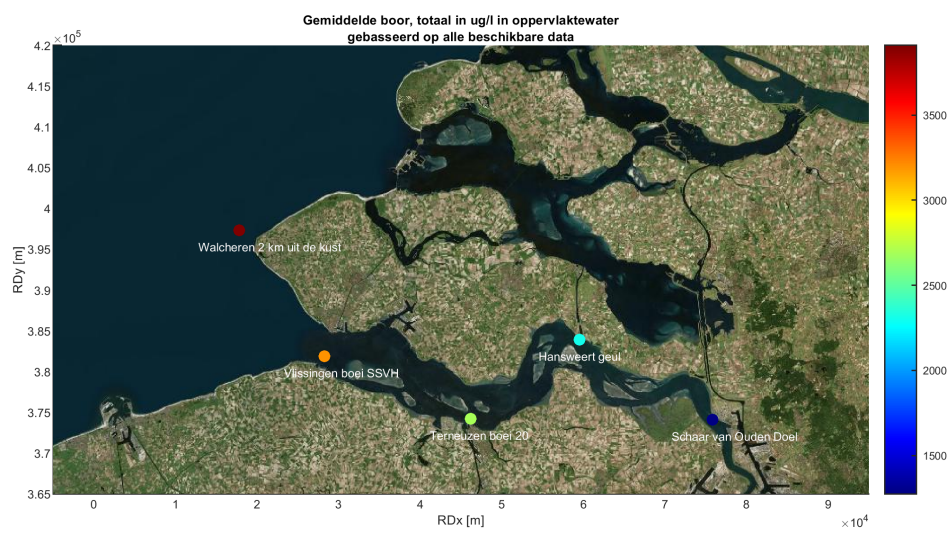


Figure 116: Gemiddelde totale boorgehalte station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

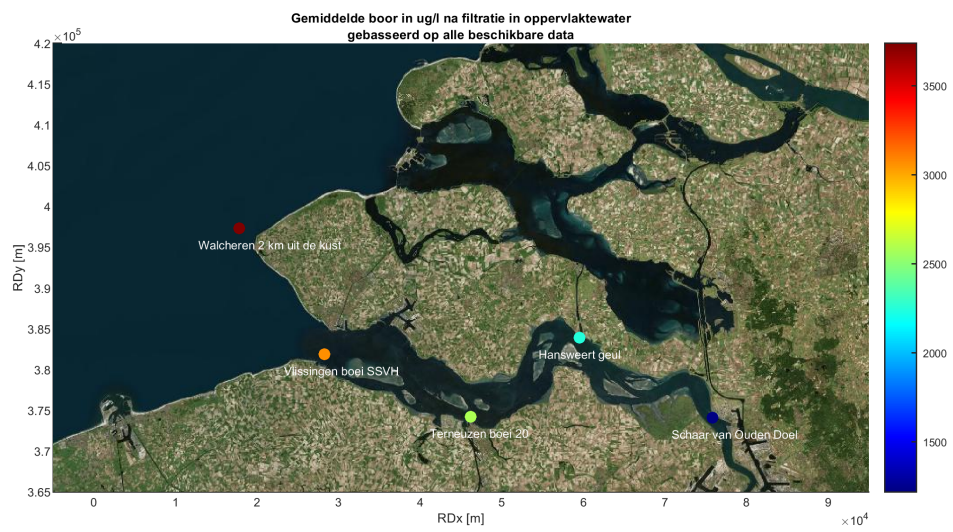


Figure 117: Gemiddelde gefilterde boorgehalte station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Table 33: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het totale chroomgehalte in $\mu\text{g/L}$ van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	7.3	71.7	0.0	0.20	0.32
Hansweert geul	3.1	7.4	0.4	-0.23	0.63
Terneuzen boei 20	3.6	19.8	0.0	-0.27	0.56
Vlissingen boei SSVH	4.3	16.6	0.3	-0.24	0.51
Walcheren 2 km uit de kust	2.0	8.9	0.3	-0.30	0.59

weergegeven.

Het station Schaar van Ouden Doel laat een vrij grote variatie zien tussen de jaren, maar ook binnen een jaar, getuige het grote verschil tussen de minimum- en maximumwaarden. Er zijn geen significante temporele trends in chroom concentraties op de verschillende station, behalve voor Wacheren waar een significante afnemende trend te zien is. Ondanks een vergelijkbare R is de afnemende trend bij Vlissingen statistisch niet significant. Bij 7 vrijheidsgraden (9 jaren data) is de trend pas significant bij $R > 0.666$ ($p = 0.05$). In stroomafwaartse richting nemen de concentraties af, zie ook Figuur 120.

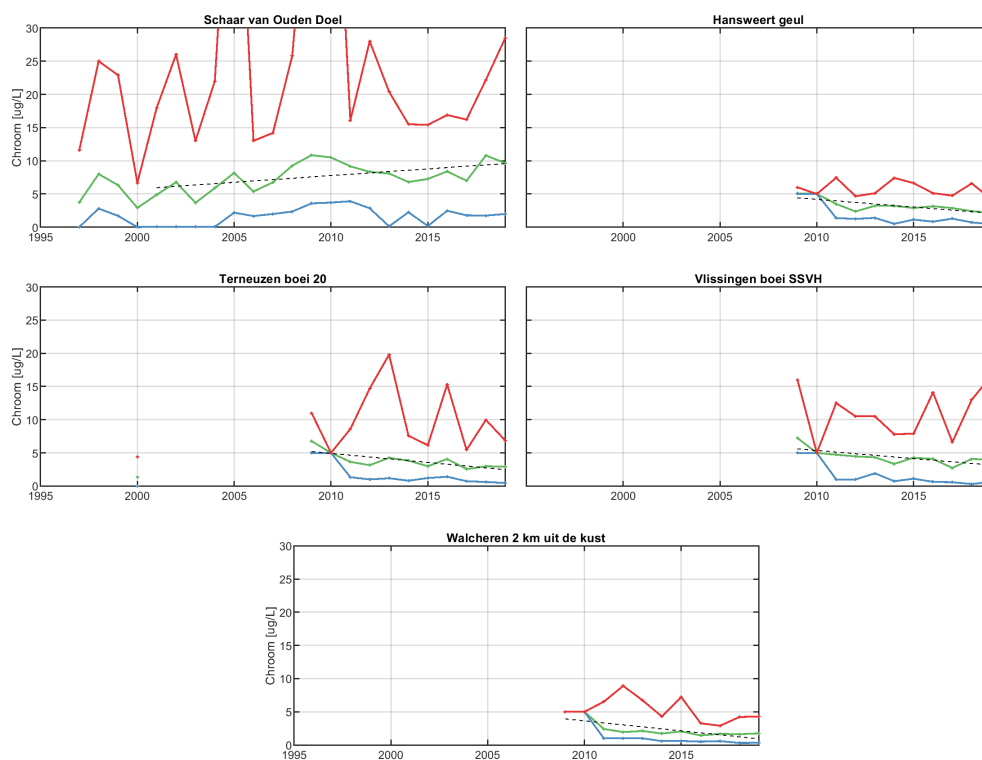


Figure 118: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van het totale chroomgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding

4.12.4 Chroom na filtratie

Figuur 119 toont de jaargemiddelden chroom na filtratie per station, samen met de minimaal en maximaal gemeten waarden per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 34 zijn de gemiddelde, minimale en maximale waarden

Table 34: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het gefilterde chroomgehalte in $\mu\text{g/L}$ van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	0.4	10.2	0.0	-0.01	0.07
Hansweert geul	1.1	5.0	0.1	-0.43	0.61
Terneuzen boei 20	1.0	5.0	0.1	-0.43	0.61
Vlissingen boei SSVH	1.0	5.0	0.1	-0.43	0.61
Walcheren 2 km uit de kust	0.8	5.0	0.1	-0.42	0.60

per station weergegeven.

Voor alle stations zijn de resultaten sterk beïnvloed door de detectiegrens van 1 tot 5 $\mu\text{g/l}$. Oudere metingen (van voor 2012) hebben een hogere detectiegrens dan daarna. Uit het overzicht kan duidelijk worden gezien dat een groot deel van de concentraties onder de detectiegrens liggen. De gerapporteerde concentraties zijn dan ook sterk beïnvloed door deze detectiegrens. Wanneer de waarden regelmatig onder de detectiegrens vallen, zullen de minima, trends en gemiddelden hogere waarden tonen dan daadwerkelijk opgetreden.

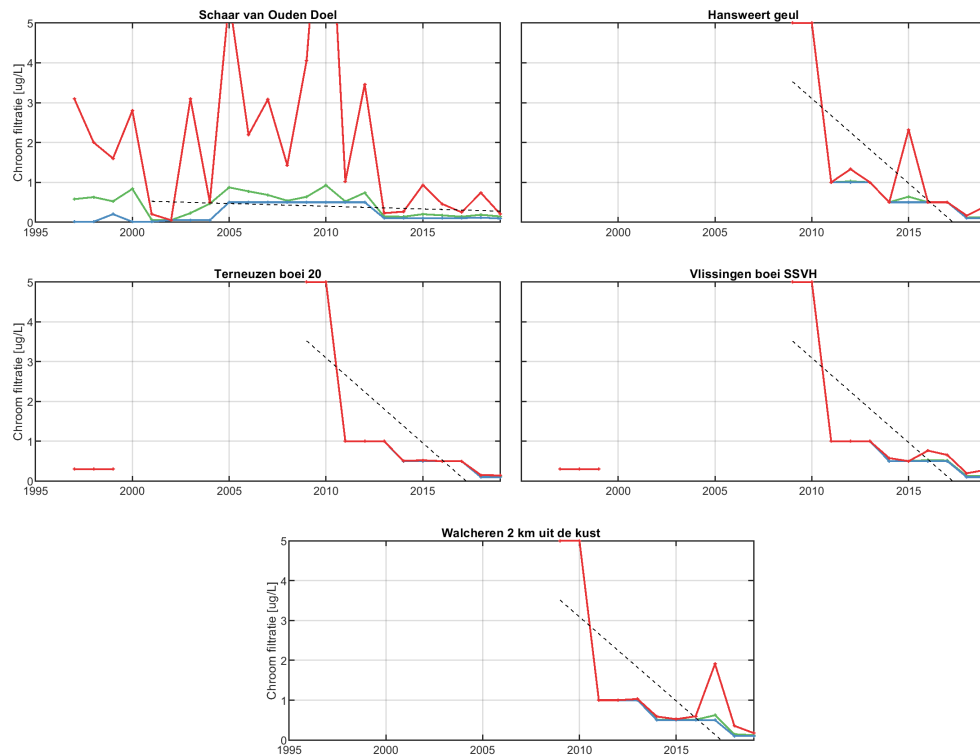


Figure 119: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van het gefilterde chroomgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding

4.12.5 Koper

Figuur 122 toont de jaargemiddelden koper per station, samen met de minimaal en maximaal gemeten waarden per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 35 zijn de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station weergegeven.

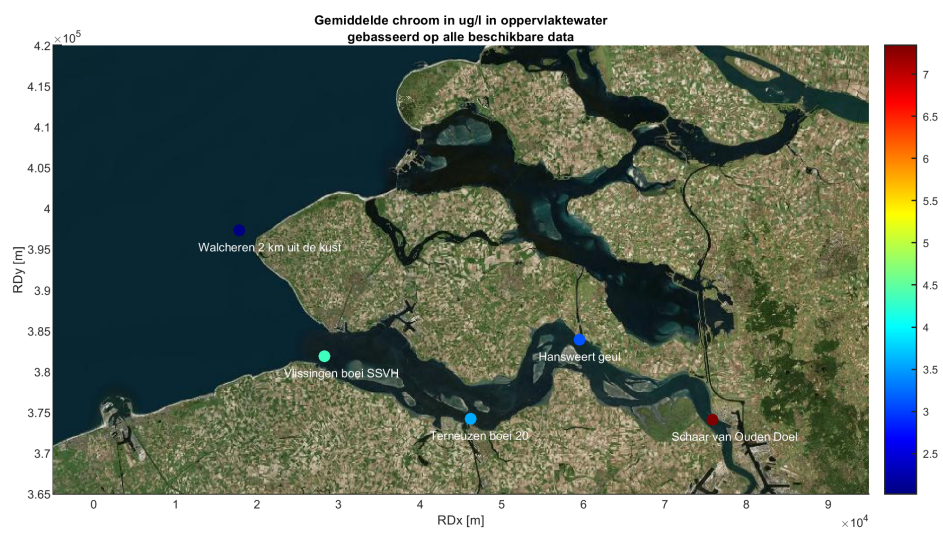


Figure 120: Gemiddelde totale chroomgehalte station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

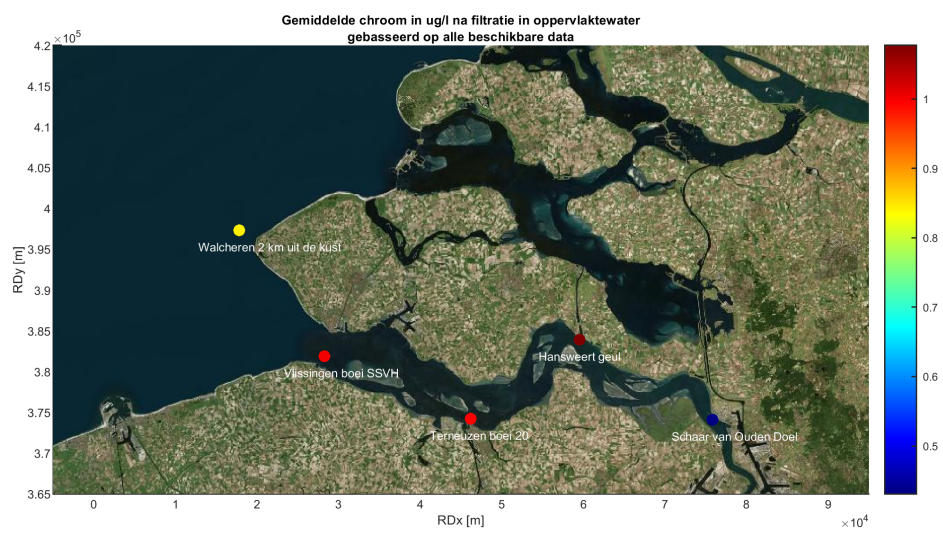


Figure 121: Gemiddelde gefilterde chroomgehalte station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Table 35: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het totale kopergehalte in $\mu\text{g/L}$ van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum
Schaar van Ouden Doel	7.7	49.4	0.1
Hansweert geul	3.5	12.0	1.2
Terneuzen boei 20	3.6	16.7	0.2
Vlissingen boei SSVH	3.1	11.1	0.5
Walcheren 2 km uit de kust	2.0	7.6	0.5

Het station Schaar van Ouden Doel toont de hoogste concentraties. Het station laat een vrij grote variatie zien tussen de jaren, maar ook binnen een jaar, getuige het grote verschil tussen de minimum- en maximumwaarden. In stroomafwaartse richting nemen de concentraties af, zie 124. In 2010 is er maar weinig meetdata beschikbaar. Bij Walcheren 2 km uit de kust komen de meetwaardes soms onder de detectiegrens ($1 \mu\text{g/L}$). Een significante temporele trend kan echter niet worden afgeleid.

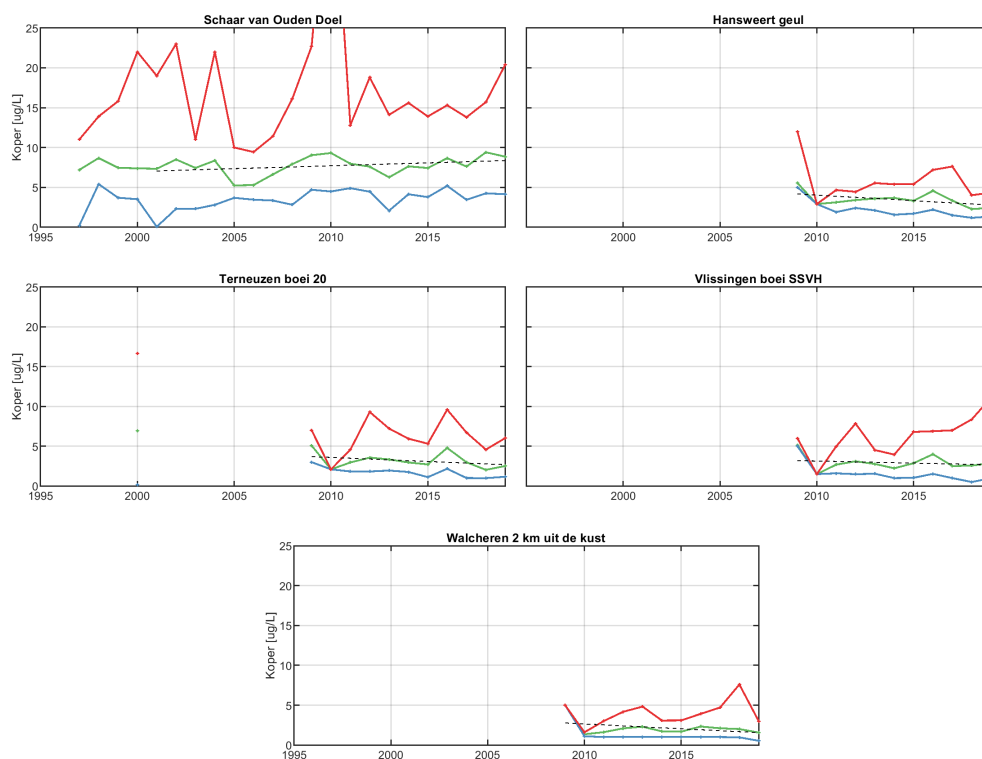


Figure 122: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van het totale kopergehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding

4.12.6 Koper na filtratie

Figuur 123 toont de jaargemiddelden koper na filtratie per station, samen met de minimaal en maximaal gemeten waardes per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 36 zijn de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven.

Station Schaar van Ouden Doel laat de hoogste concentraties zien, in stroomafwaartse richting nemen de

Table 36: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het gefilterde kopergehalte in $\mu\text{g/L}$ van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	2.8	8.3	0.1	0.03	0.11
Hansweert geul	1.8	6.3	0.4	0.03	0.11
Terneuzen boei 20	1.5	4.9	0.4	0.03	0.17
Vlissingen boei SSVH	1.2	5.8	0.3	0.05	0.49
Walcheren 2 km uit de kust	1.2	4.9	0.4	0.07	0.56

concentraties af, zie 125. Het station Schaar van Ouden Doel laat een vrij grote variatie zien tussen de jaren, maar ook binnen een jaar, getuige het grote verschil tussen de minimum- en maximumwaarden. Bij de stations Vlissingen boei SSVH en Walcheren 2 km uit de kust wordt de laatste jaren regelmatig de detectiegrens ($1 \mu\text{g/L}$) bereikt. De gemiddelden en minima op dit station zijn dus in werkelijkheid lager dan hier weergegeven. Bij Vlissingen boei SSVH en Walcheren 2 km uit de kust treedt een marginale stijgende trend op met beperkte statistische significantie. Het valt op dat dit niet kan worden gedetecteerd uit de total koperconcentratie, zie Tabel 35.

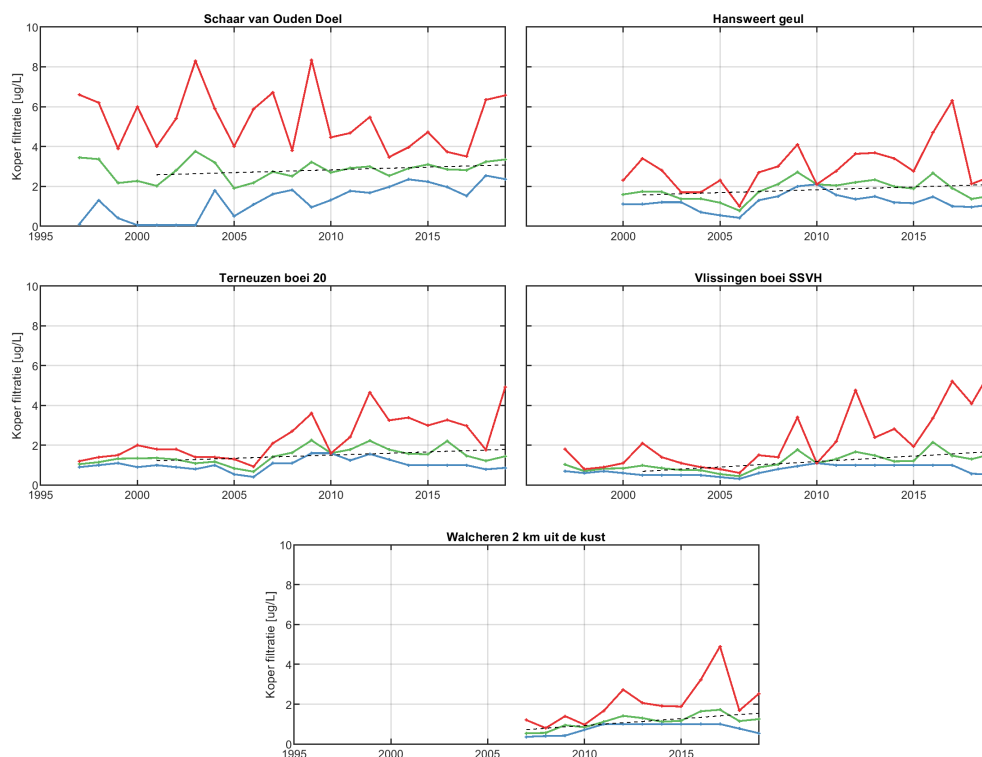


Figure 123: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van het gefilterde kopergehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding

4.12.7 Uranium

Figuur 126 toont de jaargemiddelden uranium per station, samen met de minimaal en maximaal gemeten waarden per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 37 zijn de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station weergegeven.

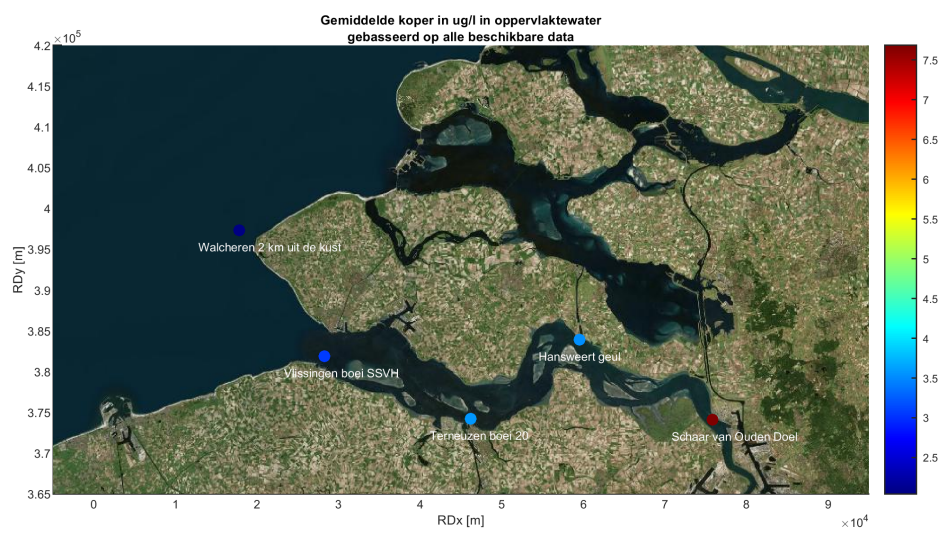


Figure 124: Gemiddelde totale kopergehalte station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

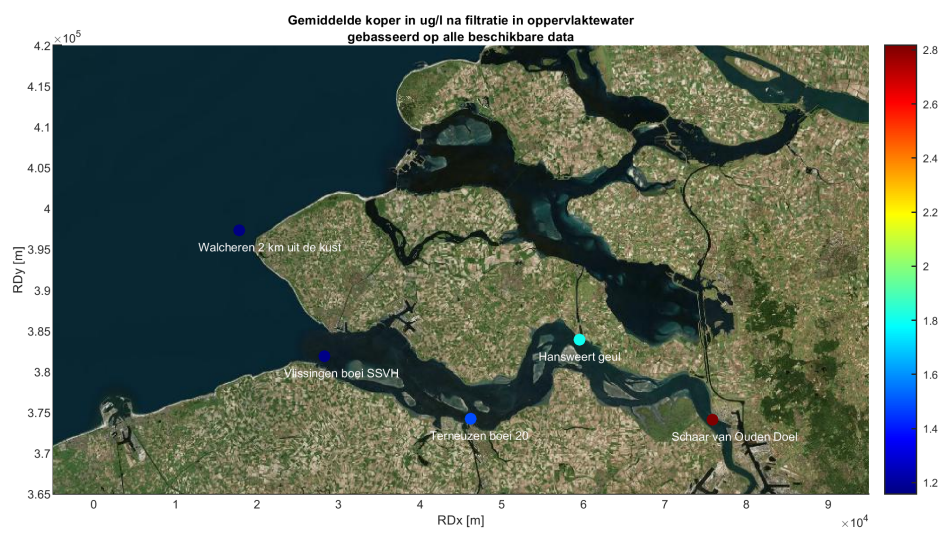


Figure 125: Gemiddelde gefilterde kopergehalte station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Table 37: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het totale uraniumgehalte in $\mu\text{g/L}$ van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	1.6	8.4	0.3	0.00	0.00
Hansweert geul	1.9	2.7	0.9	-0.05	0.49
Terneuzen boei 20	2.1	3.1	1.1	-0.08	0.68
Vlissingen boei SSVH	2.5	4.3	1.4	-0.08	0.72
Walcheren 2 km uit de kust	3.1	4.0	1.8	0.02	0.46

Hoewel er slechts een beperkte hoeveelheid datapunten bekend is, lijkt de hoeveelheid uranium af te nemen wanneer men verder in het estuarium komt (gemiddeld $3,1 \mu\text{g/L}$ op zee en $1,6 \mu\text{g/L}$ bij Schaar van Ouden Doel), zie ook Figuur 128. De minimale en maximale waarden rondom het gemiddelde (spreiding) is wel vergelijkbaar op zee en in het estuarium. De afname van het uranium bij Hansweert, Terneuzen en Vlissingen van $0,13-0,15 \mu\text{g/L}$ per jaar en is statistisch significant.

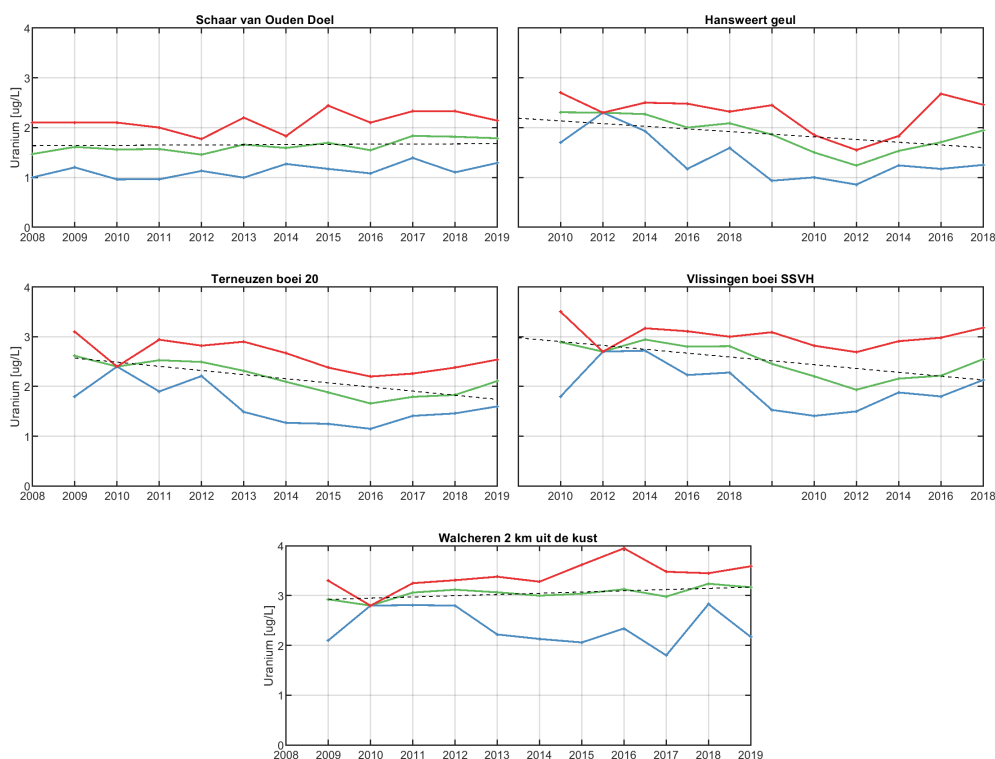


Figure 126: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van het totale uraniumgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

4.12.8 Uranium na filtratie

Figuur 127 toont de jaargemiddelden uranium na filtratie per station, samen met de minimaal en maximaal gemeten waarden per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 38 zijn de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station weergegeven.

Het station Schaar van Ouden Doel laat een vrij constant beeld zien over de gehele periode. In

Table 38: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het gefilterde uraniumgehalte in $\mu\text{g/L}$ van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	1.6	3.1	0.8	0.01	0.11
Hansweert geul	1.8	2.8	0.9	-0.09	0.60
Terneuzen boei 20	2.1	3.1	1.2	-0.10	0.78
Vlissingen boei SSVH	2.5	3.5	1.5	-0.10	0.68
Walcheren 2 km uit de kust	3.1	4.1	1.9	0.00	0.00

stroomafwaartse richting nemen de gehalten toe, zie ook Figuur 129. De concentraties van uranium na filtratie (opgelost) verschillen qua orde van grootte relatief weinig van de totaalconcentraties en derhalve zien we een soortgelijke temporele afname voor stations Hansweert, Terneuzen en Vlissingen als in de vorige paragraaf die statistisch significant is.

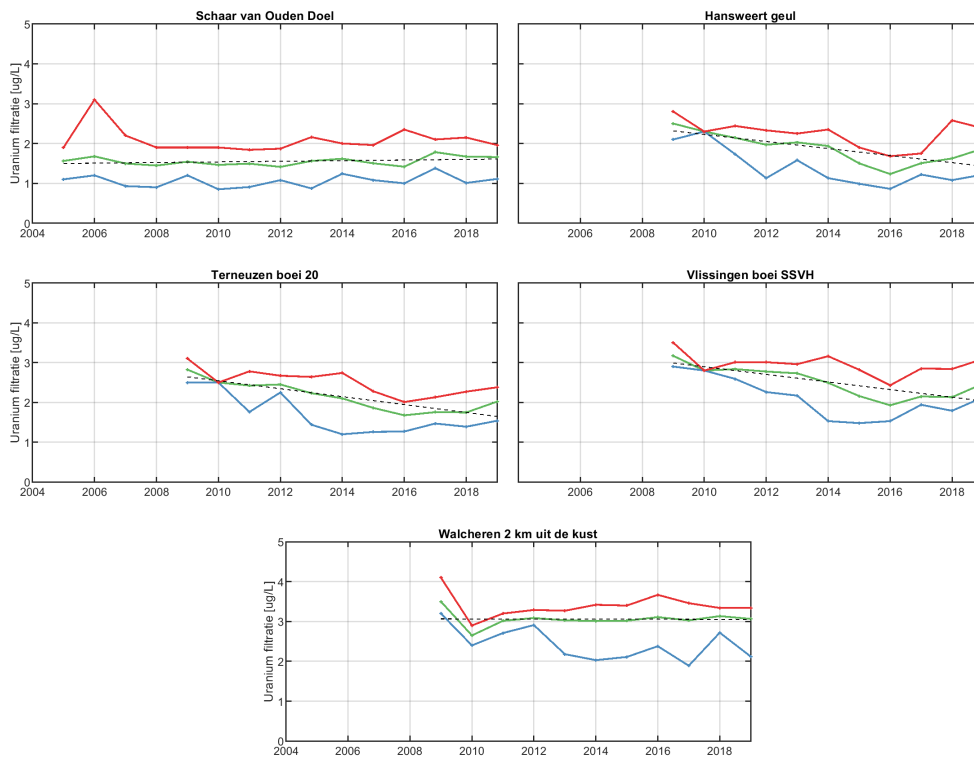


Figure 127: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van het gefilterde uraniumgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding

4.12.9 Vanadium

Figuur 130 toont de jaargemiddelden vanadium per station, samen met de minimaal en maximaal gemeten waarden per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 39 zijn de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station weergegeven.

Hoewel er slechts beperkte hoeveelheid datapunten bekend zijn, lijkt de hoeveelheid vanadium toe te nemen wanneer men verder in het estuarium komt (gemiddeld $3,6 \mu\text{g/L}$ op zee en $10,2 \mu\text{g/L}$ bij Schaar van Ouden

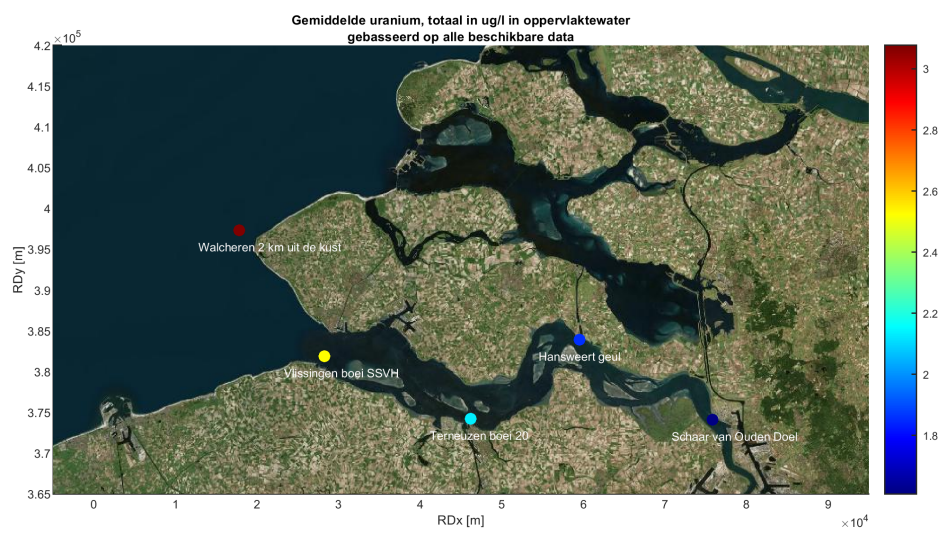


Figure 128: Gemiddelde totale uraniumgehalte station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

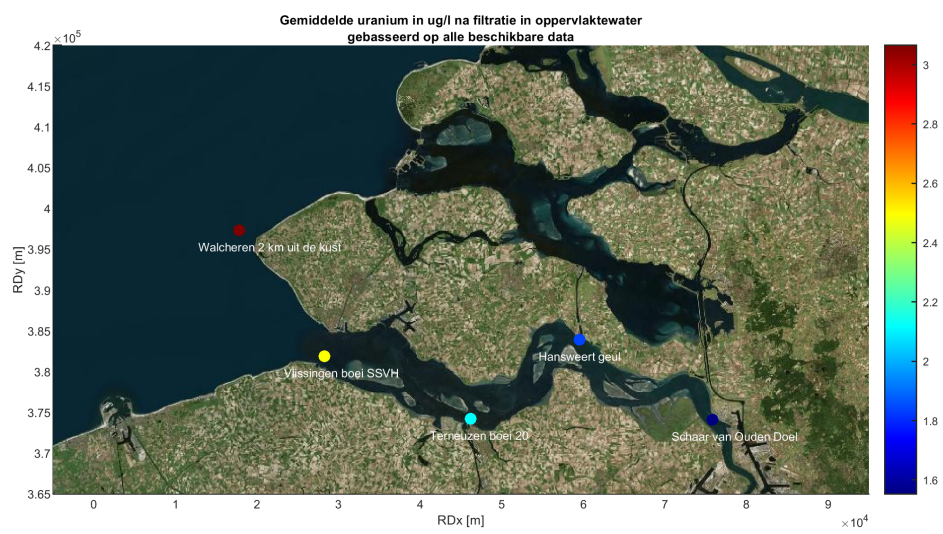


Figure 129: Gemiddelde gefilterde uraniumgehalte station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Table 39: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het totale vanadiumgehalte in $\mu\text{g/L}$ van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum
Schaar van Ouden Doel	9.8	70.0	2.7
Hansweert geul	4.8	10.2	1.4
Terneuzen boei 20	5.6	23.8	2.0
Vlissingen boei SSVH	6.2	20.0	1.3
Walcheren 2 km uit de kust	3.4	12.4	1.2

Doel), zie ook Figuur 132. Algemeen, constateren we geen duidelijk significante (statistische) lineaire trends over de tijd, hoewel Schaar van Oudel Doel met $0.6 \mu\text{g/L}$ afneemt.



Figure 130: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van het totale vanadiumgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

4.12.10 Vanadium na filtratie

Figuur 131 toont de jaargemiddelden vanadium na filtratie per station, samen met de minimaal en maximaal gemeten waarden per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 40 zijn de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station weergegeven.

Alle stations laten een vrij constant beeld zien. In stroomafwaartse richting nemen de gehalten af, zie ook Figuur 133. De concentraties van vanadium na filtratie (opgelost) zijn lager dan de totaalconcentraties. We constateren geen duidelijke (statistische) lineaire trends over de tijd.

Table 40: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het gefilterde vanadiumgehalte in $\mu\text{g/L}$ van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	3.2	6.1	0.1	-0.08	0.78
Hansweert geul	2.0	3.2	1.2	-0.09	0.63
Terneuzen boei 20	1.9	3.3	1.1	-0.09	0.76
Vlissingen boei SSVH	1.5	2.4	0.9	-0.05	0.76
Walcheren 2 km uit de kust	1.4	2.1	0.8	-0.01	0.24

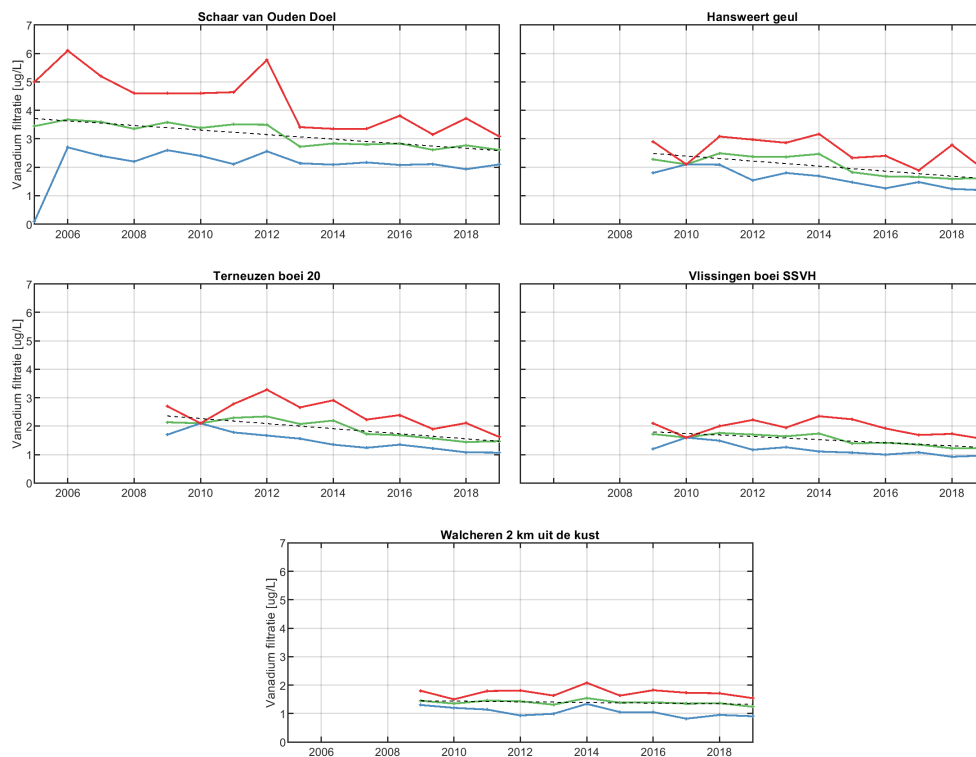


Figure 131: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van het gefilterde vanadiumgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

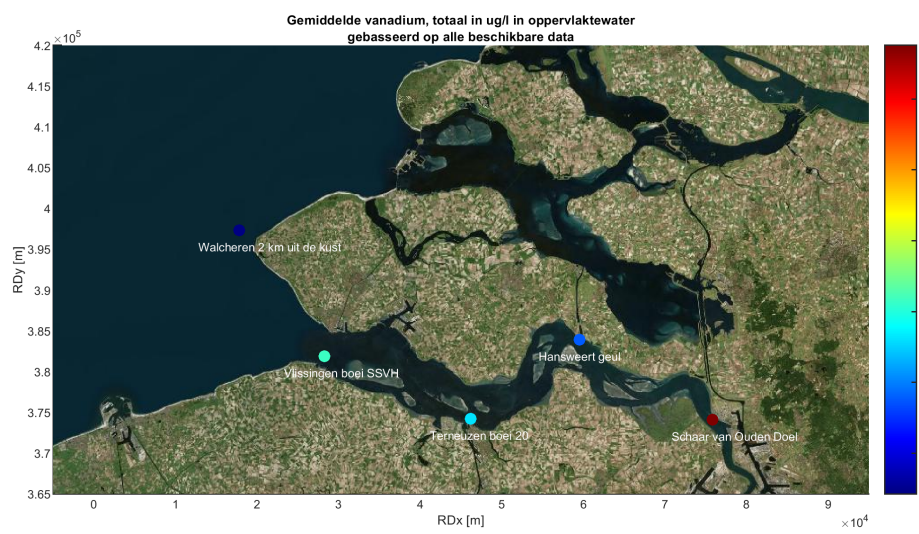


Figure 132: Gemiddelde totale vanadiumgehalte station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

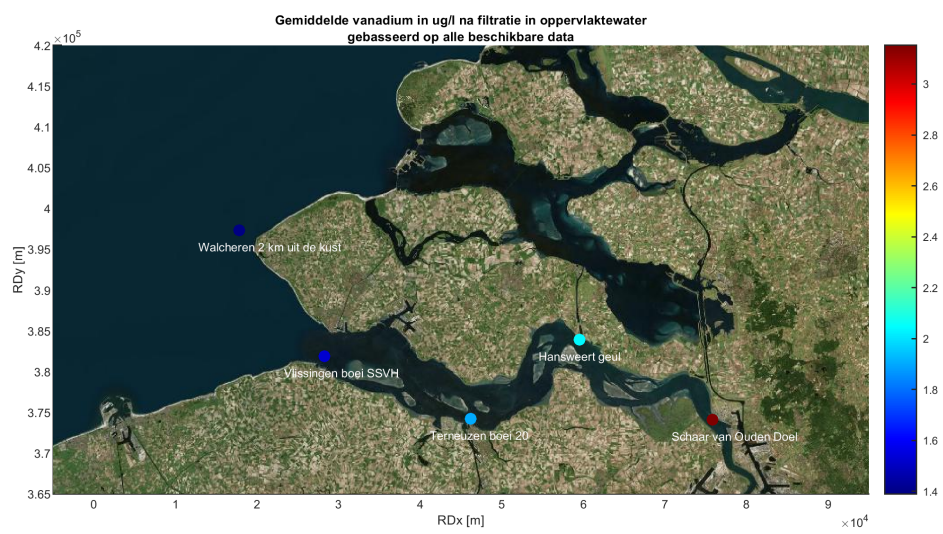


Figure 133: Gemiddelde gefilterde Vanadiumgehalte station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Table 41: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het totale zinkgehalte in $\mu\text{g/L}$ van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum
Schaar van Ouden Doel	41.8	320.0	0.5
Hansweert geul	12.9	59.6	2.7
Terneuzen boei 20	14.3	70.8	0.2
Vlissingen boei SSVH	13.2	80.6	1.6
Walcheren 2 km uit de kust	7.7	50.6	1.2

4.12.11 Zink

Figuur 134 toont de jaargemiddelden zink per station, samen met de minimaal en maximaal gemeten waarden per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 41 zijn de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station weergegeven.

Bij Schaar van Ouden Doel worden veruit de hoogste concentraties gemeten, die over de gehele meetperiode rond hetzelfde gemiddelde schommelen. In stroomafwaartse richting worden de concentraties lager, zie ook Figuur 136. De trends bij deze stations worden sterk beïnvloed door de jaren 2009 en 2010, waarbij respectievelijk de detectiegrens en het aantal metingen meespeelt in de resultaten. Er zijn geen (statistisch) significante veranderingen in de tijd.

Let op: de y-assen van subfiguren van Figuur 134 verschillen.

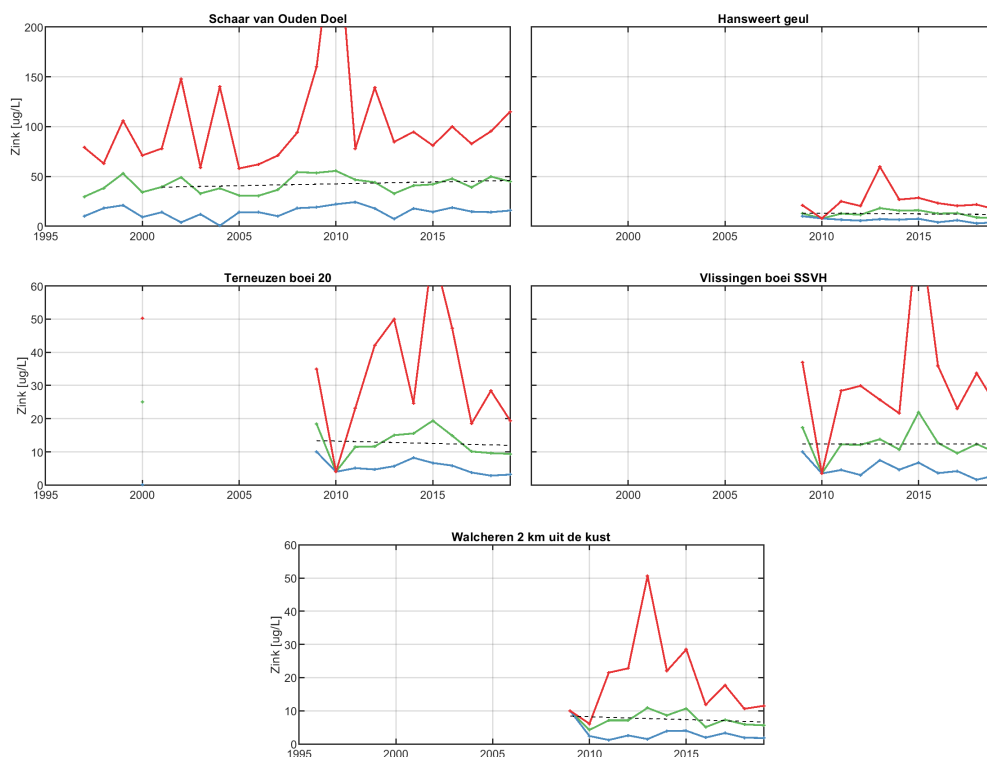


Figure 134: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van het totale zinkgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

Table 42: Gemiddelde, minimale en maximale waardes van het gefilterde zinkgehalte in $\mu\text{g/L}$ van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum
Schaar van Ouden Doel	9.7	54.0	0.1
Hansweert geul	3.2	10.0	0.2
Terneuzen boei 20	2.8	63.9	0.2
Vlissingen boei SSVH	2.0	50.9	0.1
Walcheren 2 km uit de kust	1.9	15.7	0.2

4.12.12 Zink na filtratie

Figuur 135 toont de jaargemiddelden zink na filtratie per station, samen met de minimaal en maximaal gemeten waardes per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 42 zijn de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven.

Het station Schaar van Ouden Doel laat een behoorlijke variatie zien tussen de jaren, maar ook binnen een jaar, gezien de verschillen tussen de minimum en de maximumwaardes. De periode 2000-2008 laat een stijgende trend zien, daarna nemen de concentraties opgelost zink af. In stroomafwaartse richting nemen de gehalten af, zie ook Figuur 137. Voor Schaar van Ouden Doel zijn de concentraties van zink na filtratie (opgelost) veel lager dan de totaalconcentraties, voor de overige stations is dit verschil minder groot. Vooral tot 2009 wordt regelmatig de detectiegrens bereikt. Na enkele uitschieters in de gemeten maxima van 2015, zijn zowel de maxima als de gemiddelden sinds 2016 weer terug op het niveau van de voorgaande jaren. Het lijkt erop dat over de gehele dataset de concentratie gefilterd zink op zee toeneemt in de tijd (Walcheren 2 km uit de kust).

5 zwevend stof - Fysisch-chemische parameters

Voor de bepaling van de fysisch-chemische parameters in het oppervlaktewater en in zwevend stof vinden in het kader van MWTL vaartochten plaats, waarbij op vaste punten monsters worden genomen op ca. 1,5 m onder het wateroppervlak. In dit hoofdstuk zijn de metingen in zwevend stof opgenomen. In het algemeen geldt dat sinds 1998 de waardes van de verontreinigingen zijn afgenomen. Er zijn indicaties dat deze afnemende trend minder lijkt te worden en dat de concentraties lijken zich te stabiliseren en de data van 2018 passen in dit beeld.

5.1 Informatie over de metingen

Voor de bepaling van de fysisch-chemische parameters in het zwevend stof vinden in het kader van MWTL maandelijkse vaartochten (tochtnummer 11) plaats, die de locaties Schaar van Ouden Doel en Vlissingen boei SSVH bemonsteren. Bij Schaar van Ouden Doel wordt maandelijks gemeten en bij Vlissingen eens per kwartaal. De monsters worden genomen met een doorstroomcentrifuge, waarbij een bepaalde hoeveelheid slib moet worden verzameld en afgeleverd aan het laboratorium voor analyse. In verband met het getij wordt ook altijd de saliniteit gemeten, zie Paragraaf 4.2. De stations zijn gepresenteerd in Figuur 138 en zijn steeds gerangschikt in stroomafwaartse richting.

De meetdata worden gepresenteerd door middel van jaargemiddelden, en de minimale en maximale waarde die in elk jaar gemeten is. Voor sommige parameters zijn ook maandgemiddelden en/of seizoensgemiddelden weergegeven. Als er slechts een meting per maand beschikbaar is (of minder), zijn deze waardes gepresenteerd. Bij het middelen van parameters over een bepaalde periode is de datadichtheid van belang. Een overzicht van het aantal metingen per parameter, per station, per jaar is daarom opgenomen in Bijlage B.2.

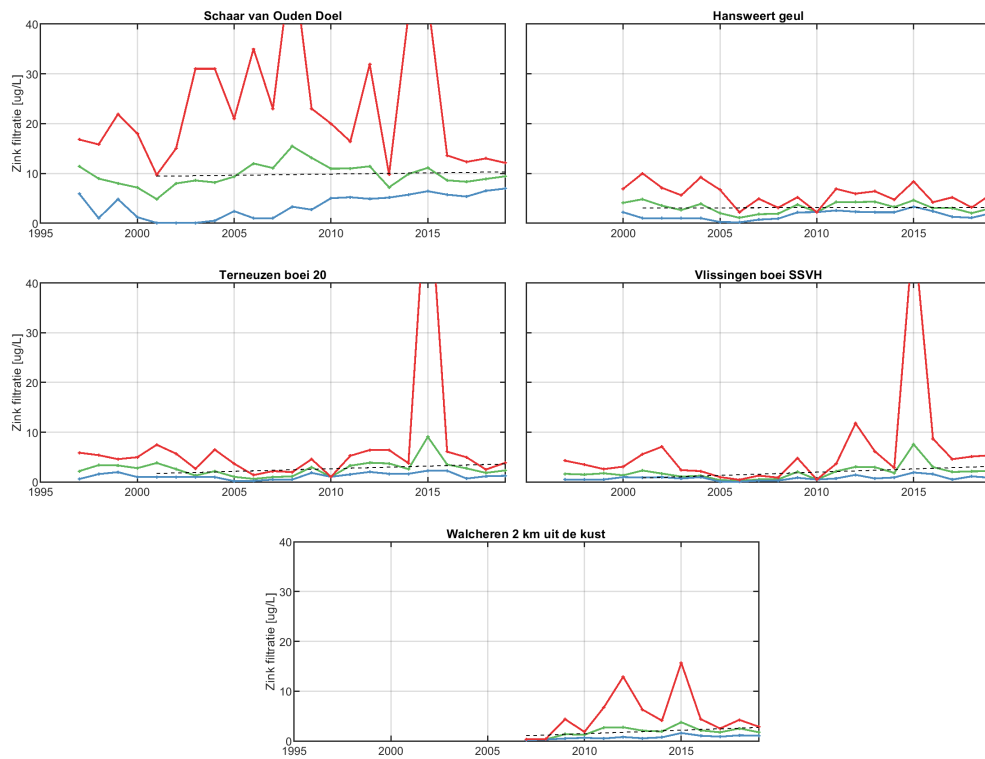


Figure 135: Jaarlijks gemiddelde, minimum en maximum van het gefilterde zinkgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

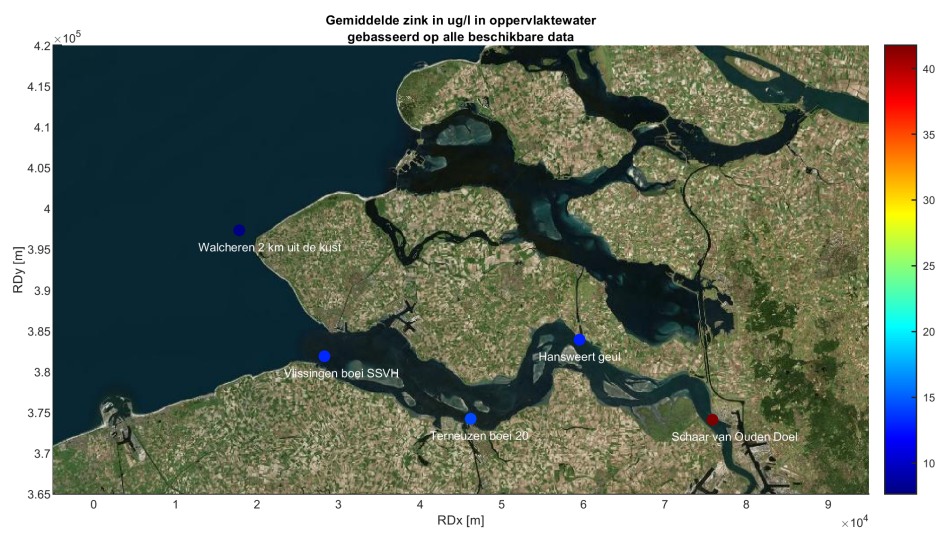


Figure 136: Gemiddelde totale zinkgehalte station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

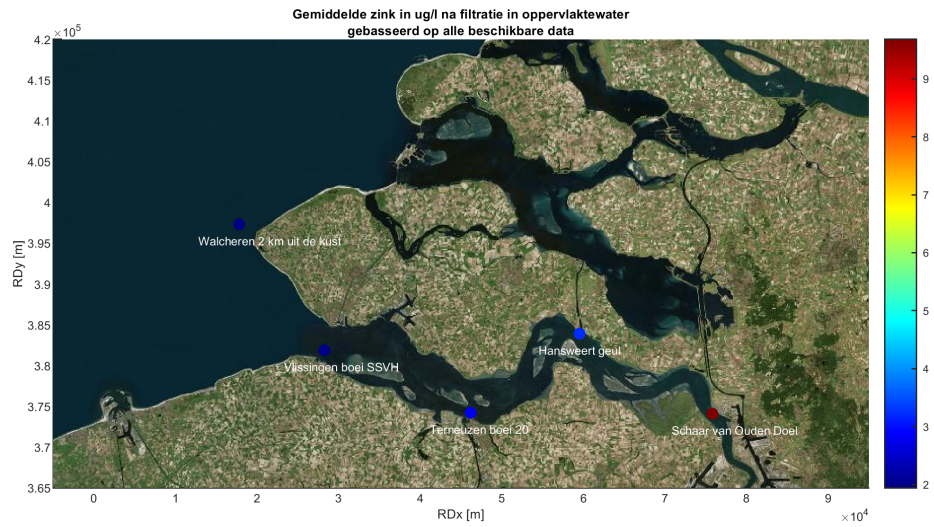


Figure 137: Gemiddelde gefilterde zinkgehalte station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

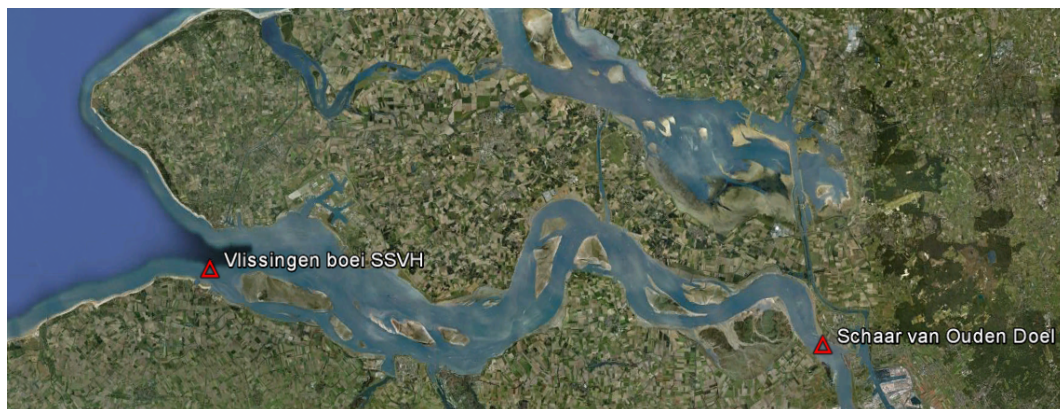


Figure 138: Ligging van de meetstations voor het zwevende stof

Table 43: Waardes voor de korrelgroottefractie in % tot $63 \mu\text{m}$ voor 2 stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum
Schaar van Ouden Doel	67.5	97.6	26
Vlissingen boei SSVH	60.4	83.0	1

Table 44: Waardes voor de korrelgroottefractie in % tot $2 \mu\text{m}$ voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum
Schaar van Ouden Doel	36.8	57	3
Vlissingen boei SSVH	30.3	59	17

Voor sommige parameters geldt dat de meetwaarde gelijk of lager is dan de detectiegrens van het meetinstrument. Indien dit het geval is, wordt dit beschreven in de begeleidende tekst en de detectiegrens meegenomen als meetwaarde. Hierdoor kunnen gemiddelden een iets hogere waarde weergeven dan wanneer gemiddeld was over de waarden die daadwerkelijk hebben plaatsgevonden. Daarnaast is meestal een lineaire trendlijn vanaf het jaar 2000 toegevoegd, zodat de trend niet direct beïnvloed wordt door de tweede verruiming in 1997-1998. Gemiddelde, minimale en maximale waarden in bijgevoegde tabellen zijn gebaseerd over de tijdsperiode weergegeven in de bijbehorende figuren.

5.2 Korrelgrootteverdeling

In de resultaten hebben we het minerale aandeel van de korrelgrootteverdeling weergegeven, dat wil zeggen dat kalk en organische stof verwijderd zijn, als percentage van het totale gewicht van het monster. De korrelgroottefractie kleiner dan $2 \mu\text{m}$ wordt bij Schaar van Ouden Doel enkel vanaf 1998 weergegeven. Na 1997 heeft er een methodiekverandering plaatsgevonden waardoor de gegevens van voor 1998 niet vergelijkbaar zijn met die van na 1998.

5.2.1 Korrelgroottefractie tot $63 \mu\text{m}$

Figuur 139 toont het jaargemiddelde korrelgroottefractie tot $63 \mu\text{m}$ per station voor de periode vanaf 1997 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 43 de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station weergegeven.

De korrelgroottefractie kleiner dan $63 \mu\text{m}$ ligt rond 60% bij Vlissingen boei SSVH en rond de 70% bij Schaar van Ouden Doel. Er zijn geen significante temporele trends bij beide stations.

5.2.2 Korrelgroottefractie tot $2 \mu\text{m}$

Figuur 140 toont het jaargemiddelde korrelgroottefractie tot $2 \mu\text{m}$ per station voor de periode vanaf 1997 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 44 zijn de gemiddelde, minimale en maximale waarden per station weergegeven.

De korrelgroottefractie kleiner dan $2 \mu\text{m}$ ligt rond 35% bij Schaar van Ouden Doel net als bij Vlissingen.

5.3 Metalen

In deze paragraaf presenteren we de volgende metalen gedetecteerd in zwevende stof.

- Arseen (As, Figuur 141)

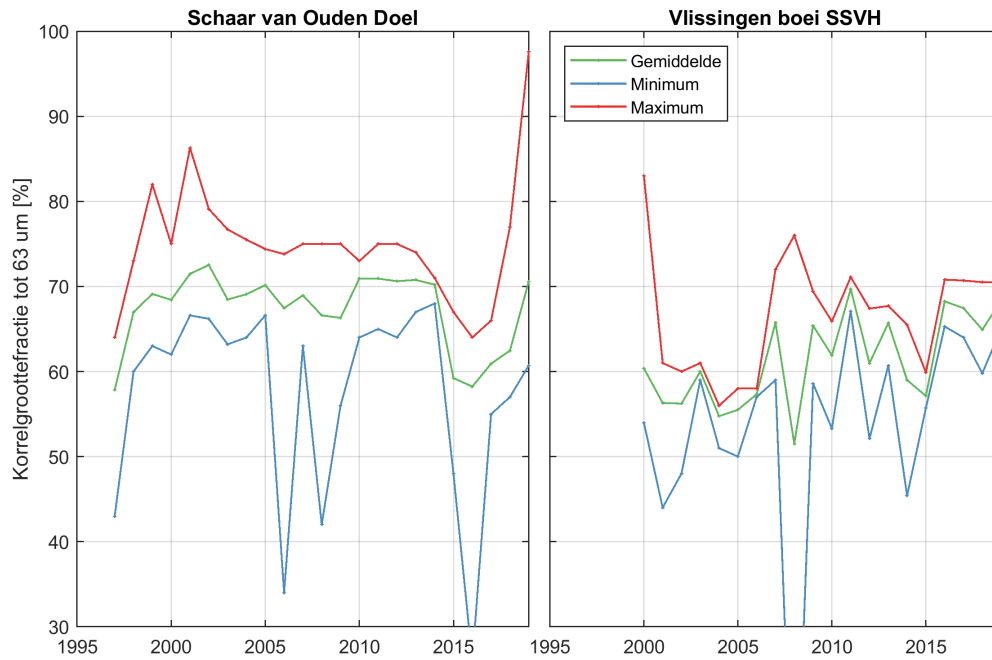


Figure 139: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van de korrelgroottefractie tot $63\mu\text{m}$ voor 2 stations

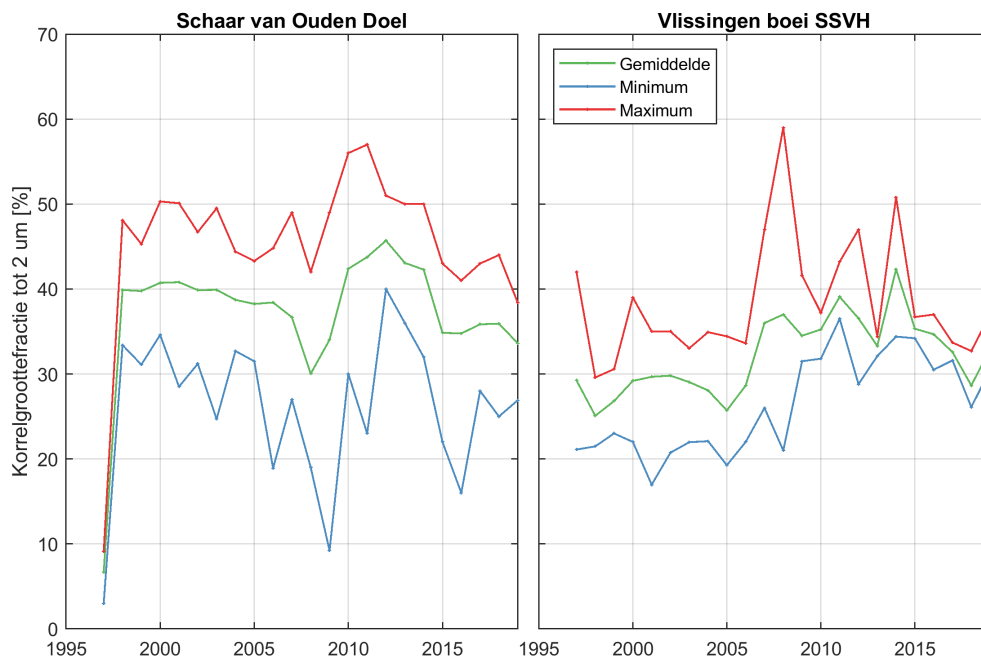


Figure 140: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van de korrelgroottefractie tot $2\mu\text{m}$ voor beide stations

Table 45: Waardes voor Arseen in mg/kg voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	28.3	35	22.5	-0.07	0.04
Vlissingen boei SSVH	17.2	23	12.0	-0.15	0.49

- Cadmium (Cd Figuur 142)
- Chroom (Cr, Figuur 143)
- Kobalt (Co, Figuur 144)
- Koper (Cu, Figuur 145)
- Kwik (Hg, Figuur 146)
- Lood (Pb, Figuur 147)
- Vanadium (V, Figuur 148)
- Zink (Zn, Figuur 149)

5.3.1 Arseen

Figuur 141 toont het jaargemiddelde arseen per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 45 de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven.

De concentraties arseen in zwevende stof nemen iets af in stroomafwaartse richting. Bij Schaar van Ouden Doel zijn slechts enkele meetwaarden beschikbaar. Sinds 2011 nemen de waarden af. Over de gehele meetperiode is de trend niet significant. Bij Vlissingen boei SSVH is er een licht dalende trend (-0,18 mg/kg per jaar) in de periode 2000-2012 die statistisch significant is.

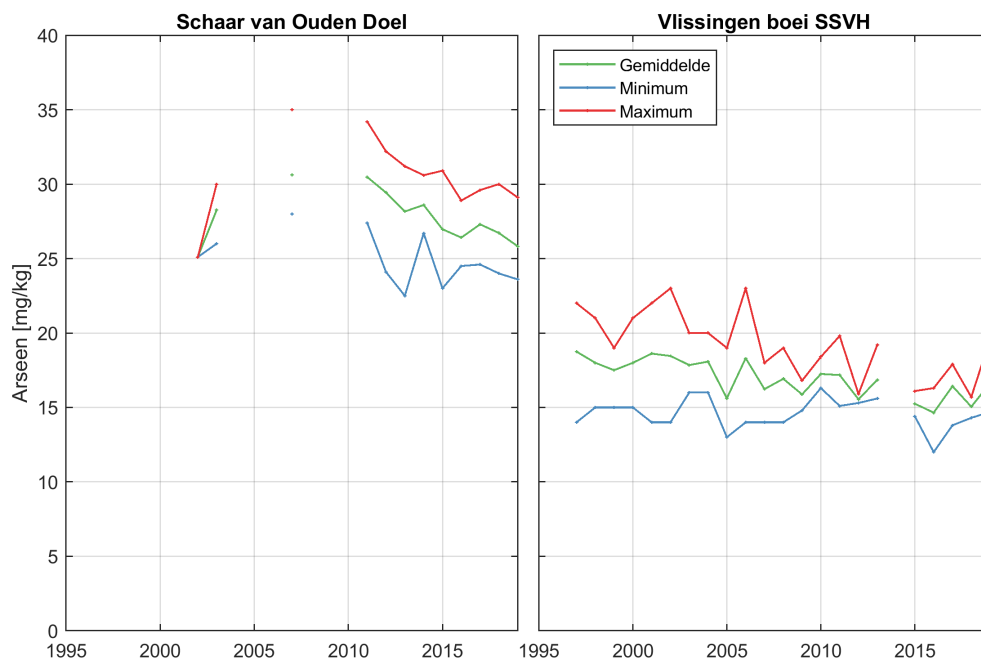


Figure 141: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van Arseen voor beide stations.

Table 46: Waardes voor Cadmium in mg/kg voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	3.9	7.7	0.9	-0.13	0.83
Vlissingen boei SSVH	0.5	1.1	0.3	-0.01	0.62

5.3.2 Cadmium

Figuur 142 toont het jaargemiddelde Cadmium per station voor de periode vanaf 1997 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 46 zijn de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven.

De concentraties cadmium in zwevende stof nemen sterk af in stroomafwaartse richting (factor 5 tussen de twee stations). Bij Schaar van Ouden Doel is er een dalende trend van 0,13 mg/kg per jaar aanwezig die statistisch significant is. De waardes bij Vlissingen zijn constant over tijd.

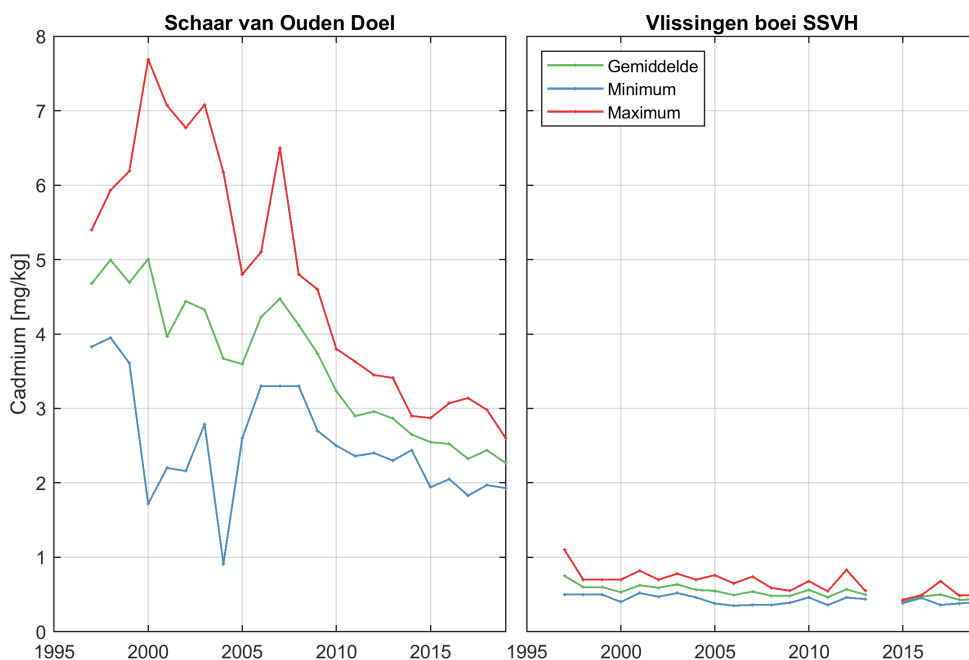


Figure 142: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van Cadmium voor beide stations.

5.3.3 Chroom

Figuur 143 toont het jaargemiddelde chroom per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 47 de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven.

De concentraties chroom in zwevende stof nemen af in stroomafwaartse richting. Bij Schaar van Ouden Doel zit sinds 2005 weinig verandering in de gemeten chroomgehaltenes. De situatie bij Vlissingen boei SSVH toont voor de periode 1996-2011 een stabiele situatie, maar sinds 2012 liggen de waarden een stuk lager. Over de

Table 47: Waardes voor Chroom in mg/kg voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	108.6	196	44.8	-1.55	0.64
Vlissingen boei SSVH	73.3	110	45.2	-1.77	0.73

Table 48: Waardes voor Kobalt in mg/kg voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	16.0	22.0	13.0	-0.06	0.23
Vlissingen boei SSVH	8.4	11.1	5.7	-0.08	0.52

gehele dataset neemt het hoeveelheid chroom in zwevende stof af met 1,8 mg/kg per jaar. Een trend die statistisch significant is.

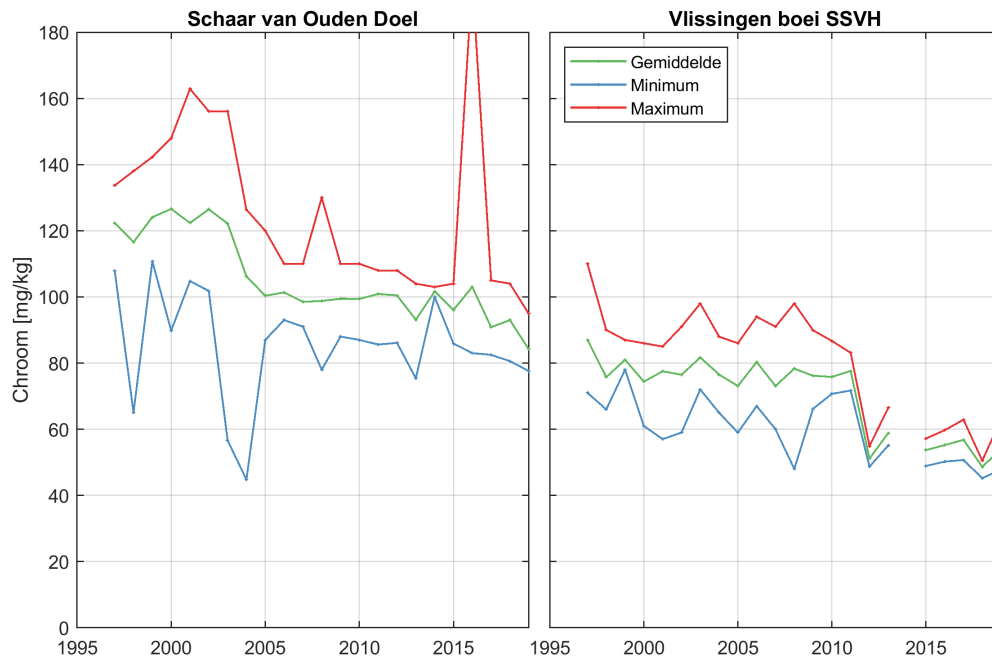


Figure 143: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van Chroom voor beide stations.

5.3.4 Kobalt

Figuur 144 toont het jaargemiddelde kobalt per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 48 de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven.

De concentraties kobalt in zwevende stof nemen af in stroomafwaartse richting. Bij Vlissingen is de correlatie in de data het duidelijkst. De kobaltconcentraties nemen af in de tijd, echter wel met lage significantie. Bij Schaar van Ouden Doel is er geen significante trend waarneembaar.

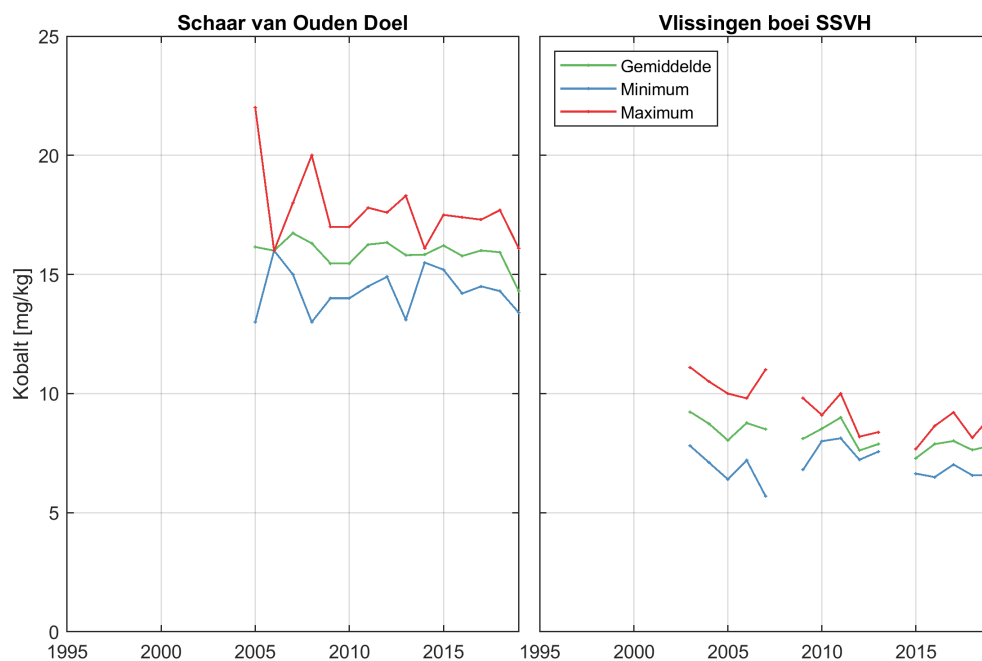


Figure 144: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van Kobalt voor beide stations.

Table 49: Waardes voor Koper in mg/kg voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum
Schaar van Ouden Doel	67.6	783	42.4
Vlissingen boei SSVH	25.0	230	13.0

5.3.5 Koper

Figuur 145 toont het jaargemiddelde koper per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 49 de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven.

De concentraties koper in zwevende stof nemen sterk af in stroomafwaartse richting (factor 2,7) . Er zijn sterke uitschieters in koperconcentraties op beide stations. De reden hiervoor is onbekend. Dit heeft wel invloed op de analyse van de trend die door de uitschieters niet meer significant is.

5.3.6 Kwik

Figuur 146 toont het jaargemiddelde kwik per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 50 de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven.

De concentraties kwik in zwevende stof nemen af in stroomafwaartse richting (factor 3). Op beide stations is een dalende trend van 0,01 tot 0,02 mg/kg per jaar aanwezig. Beide trends hebben een hoge statistische correlatie. Dit zijn de grootste correlaties gevonden voor de fyshisch-chemische parameters in zwevende stof.

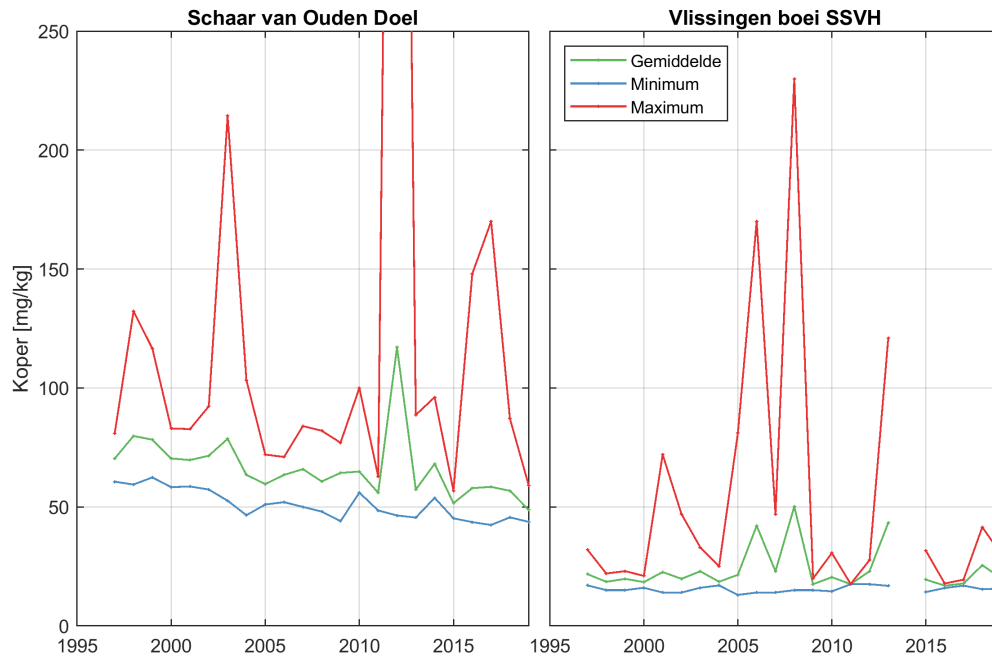


Figure 145: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van Koper voor beide stations.

Table 50: Waardes voor Kwik in mg/kg voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	0.8	2.3	0.3	-0.02	0.90
Vlissingen boei SSVH	0.3	0.5	0.1	-0.01	0.82

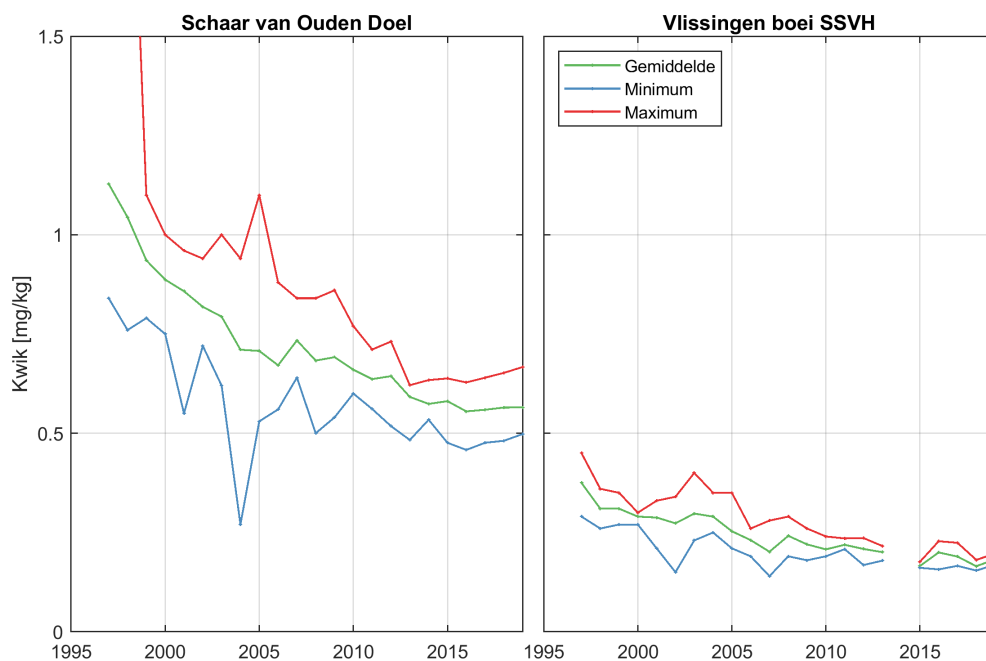


Figure 146: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van Kwik voor beide stations.

Table 51: Waardes voor Lood in mg/kg voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	98.7	147.8	45.4	-1.85	0.77
Vlissingen boei SSVH	43.2	70.0	28.2	-0.67	0.80

5.3.7 Lood

Figuur 147 toont het jaargemiddelde lood per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 51 zijn de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven.

De concentraties lood in zwevende stof nemen af in stroomafwaartse richting (factor 2,3). Bij Schaar van Ouden Doel is een dalende trend aanwezig, maar lijken de meetwaarden de laatste paar jaar stabiel. Bij Vlissingen boei SSVH zijn de gemeten waarden over de beschouwde periode ongeveer constant. De berekende trend over de gehele dataset is echter voor beide negatief (afname). De afname is sterker voor Schaar van Ouden Doel.

5.3.8 Vanadium

Figuur 148 toont het jaargemiddelde Vanadium per station voor de periode vanaf 2005 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 52 de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven.

De concentraties vanadium in zwevend stof laten geen duidelijke ruimtelijke gradiënt zien. Er lijken weinig veranderingen op de treden. Bij Vlissingen boei SSVH zijn de waarden voor 2012 en 2013 een stuk lager

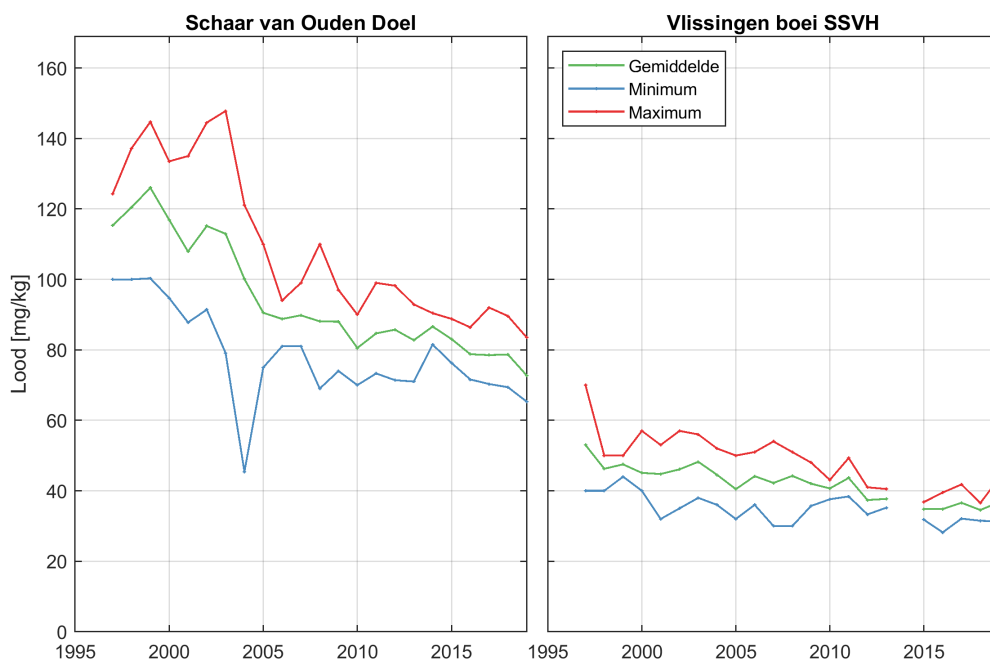


Figure 147: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van Lood voor beide stations.

Table 52: Waardes voor Vanadium in mg/kg voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	84.2	120.0	63.0	-0.74	0.41
Vlissingen boei SSVH	81.2	106.5	53.1	-1.88	0.68

dan de periode daarvoor hetgeen zich uit in een dalende trend van 2,3 mg/kg per jaar met een statistische significantie.

5.3.9 Zink

Figuur 149 toont het jaargemiddelde zink per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 53 de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven.

De concentraties zink in zwevende stof nemen sterk af in stroomafwaartse richting (factor 3,1). Bij beide stations is er een dalende trend die een statistische beperkt correlatie heeft. Bij Schaar van Ouden Doel is deze trend sterker dan bij station Vlissingen, waar de metingen meer constant over tijd zijn.

Table 53: Waardes voor Zink in mg/kg voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	404.1	611	285	-6.12	0.66
Vlissingen boei SSVH	132.5	230	90	-1.23	0.56

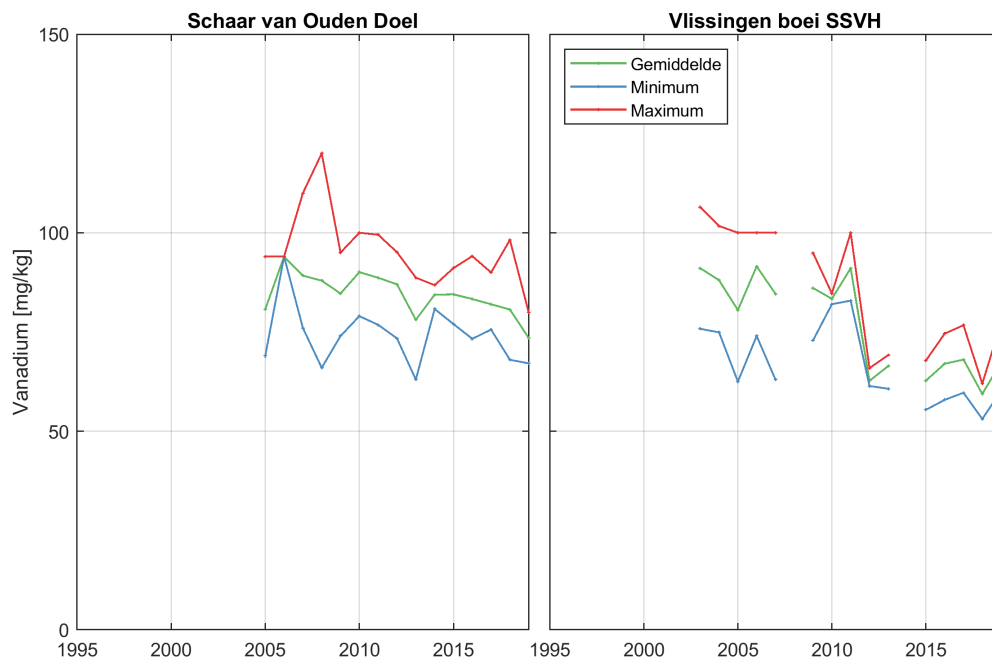


Figure 148: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van Vanadium voor beide stations.

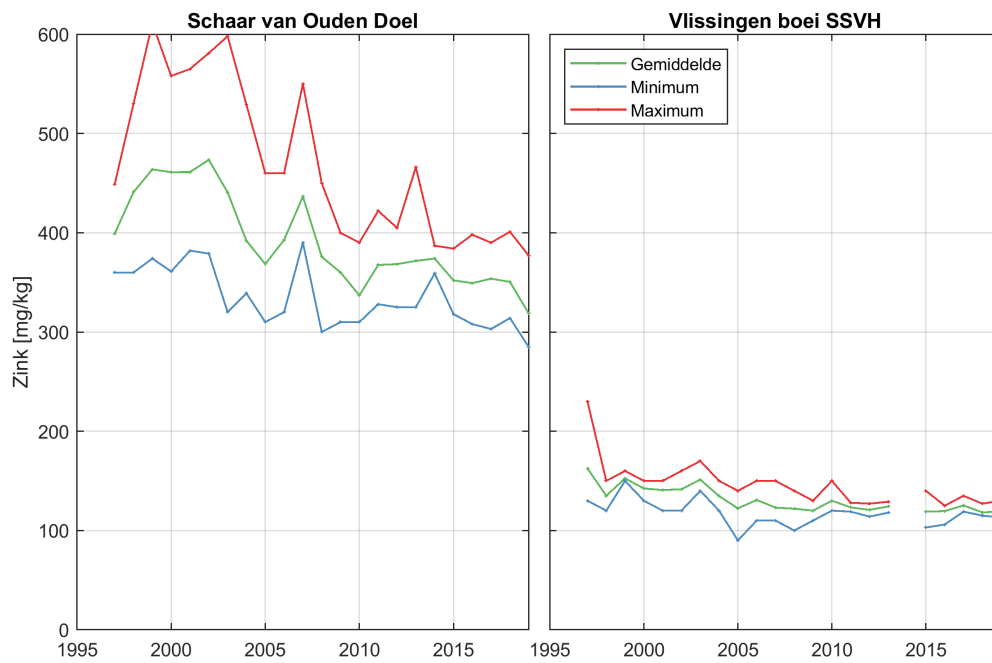


Figure 149: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van Zink voor beide stations.

Table 54: Waardes voor Antraceen in mg/kg voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	0.14	0.54	0.03	-0.006	0.77
Vlissingen boei SSVH	0.03	0.04	0.02	0.000	0.36

5.4 Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's)

In deze paragraaf presenteren we de concentraties in zwevend stof van de volgende polycyclische aromatische koolwaterstoffen:

- Antraceen (Figuur 150)
- Benzo[a]antraceen (Figuur 153)
- Benzo[a]pyreen (Figuur 151)
- Benzo[g,h,i]peryleen (Figuur 152)
- Benzo[k]fluorantheen (Figuur 154)
- Chryseen (Figuur 155)
- Fenanthreen (Figuur 156)
- Fluorantheen (Figuur 157)
- Indeno[1,2,3-c,d]pyreen (Figuur 158)
- Naftaleen (Figuur 159)

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) zijn organische verbindingen die bestaan uit gekoppelde aromatische ringen (bijvoorbeeld benzeenringen) maar geen heteroatomen of functionele groepen bevatten. PAK's ontstaan bij onvolledige verbranding of verkooling van diverse koolstof bevattende materialen (Slooff (1989)).

Voor alle getoonde PAK's is er een duidelijke ruimtelijke gradiënt waarneembaar, met hogere concentraties bij Schaar van Ouden Doel en lagere concentraties bij Vlissingen boei SSVH. De verschillen tussen de minimale en maximale waarde zijn bij Schaar van Ouden Doel groter dan bij Vlissingen boei SSVH. Daarnaast is er in alle/veel gevallen een dalende trend zichtbaar, die het sterkst is bij Schaar van Ouden Doel. De meetreeksen bevatten enkele waarden die onder de detectiegrens vallen, waardoor de gemiddelden (en minima) wat hoger zijn uitgevallen.

5.4.1 Antraceen

Figuur 150 toont het jaargemiddelde antraceen per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 54 de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven. Beide stations hebben een afnemende trend. Voor Schaar van Ouden Doel is de trend sterker en statistisch significanter. In 2019 zien we echter een relatief sterke toename in de jaargemiddeldes van antraceen.

5.4.2 Benzo[a]antraceen

Figuur 151 toont het jaargemiddelde Benzo[a]pyreen per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 55 de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven. Beide stations hebben een afnemende trend. Voor Schaar van Ouden Doel is de trend sterker en statistisch significanter.

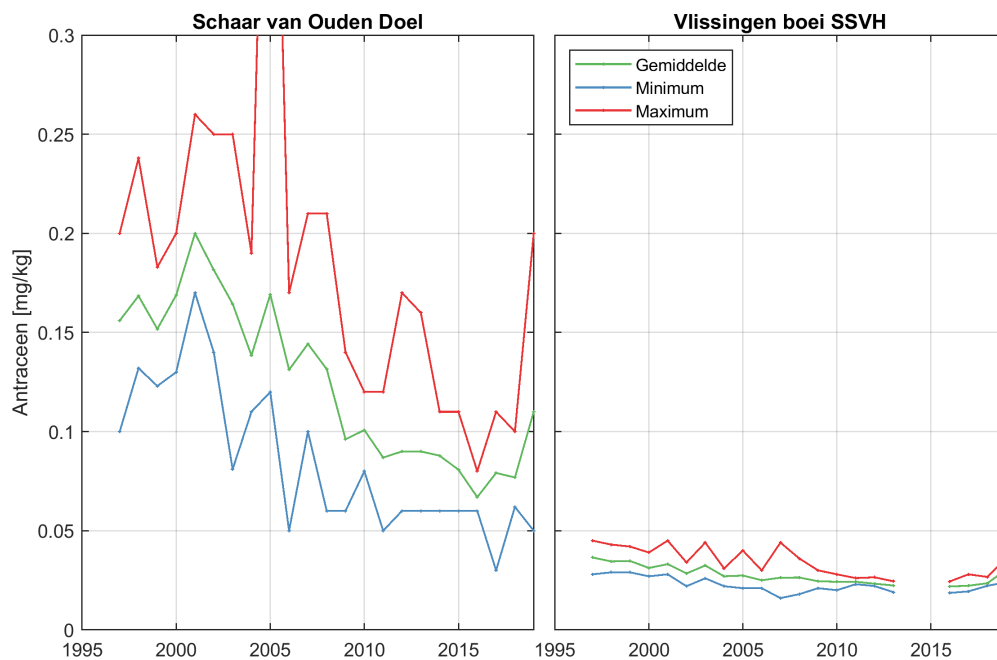


Figure 150: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van Antraceneen voor beide stations.

Table 55: Waardes voor Benzoapyreen in mg/kg voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	0.4	0.68	0.01	-0.016	0.92
Vlissingen boei SSVH	0.1	0.16	0.06	-0.001	0.59

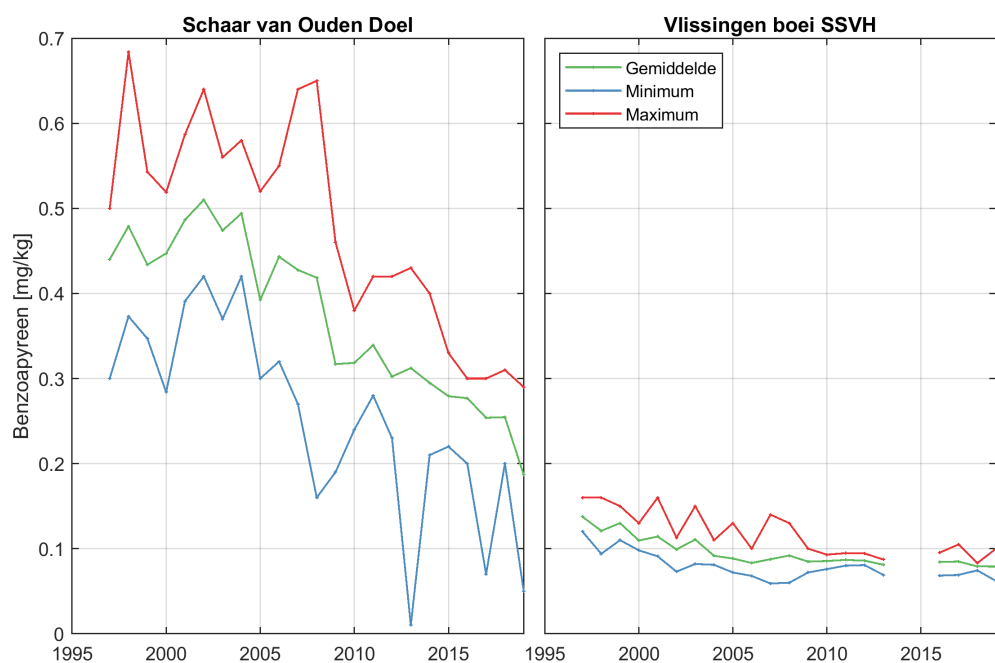


Figure 151: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van Benzoapyreen voor beide stations.

Table 56: Waardes voor Benzoperyleen in mg/kg voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	0.32	0.55	0.05	-0.011	0.82
Vlissingen boei SSVH	0.10	0.17	0.05	-0.002	0.69

5.4.3 Benzo[*g,h,i*]peryleen

Figuur 152 toont het jaargemiddelde Benzo[*g,h,i*]peryleen per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 56 de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven. Schaal van Ouden Doel heeft hogere waardes benzoperyleen in zwevend stof vergeleken met Vlissingen. Beide stations hebben een afnemende trend, hoewel de trend en de correlatie verschilt per station.

5.4.4 Benzo[*a*]antraceen

Figuur 153 toont het jaargemiddelde Benzo[*a*]antraceen per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 57 de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven. Schaal van Ouden Doel heeft hogere waardes Benzo[*a*]antraceen in zwevend stof vergeleken met Vlissingen. Beide stations hebben een afnemende trend, hoewel de trend en de correlatie verschilt per station.

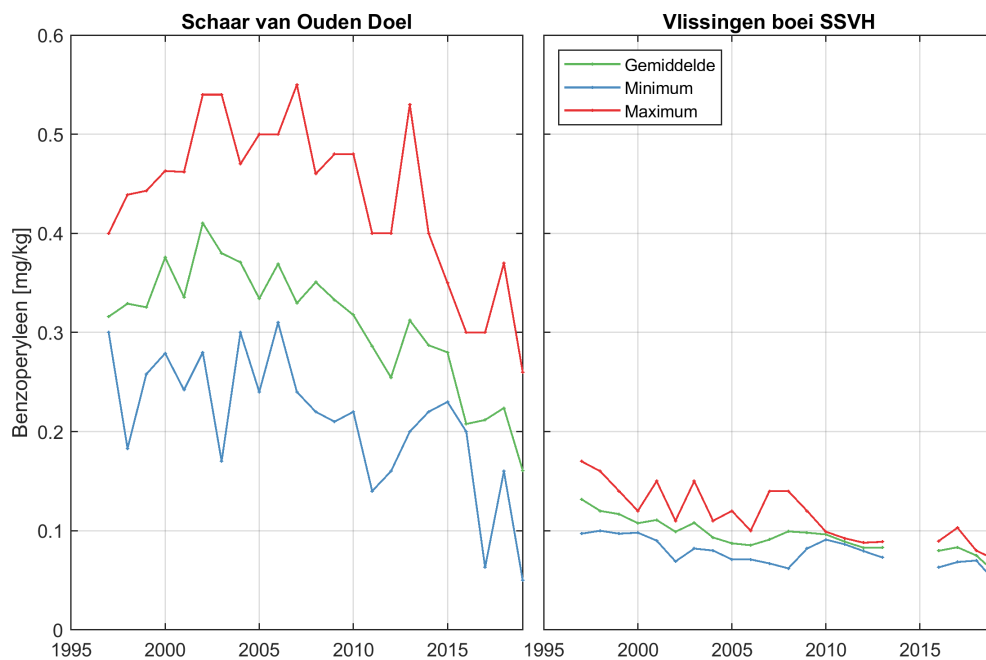


Figure 152: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van Benzoperyleen voor beide stations.

Table 57: Waardes voor Benzoaantracenen in mg/kg voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	0.31	0.75	0.05	-0.011	0.82
Vlissingen boei SSVH	0.08	0.12	0.05	-0.001	0.74

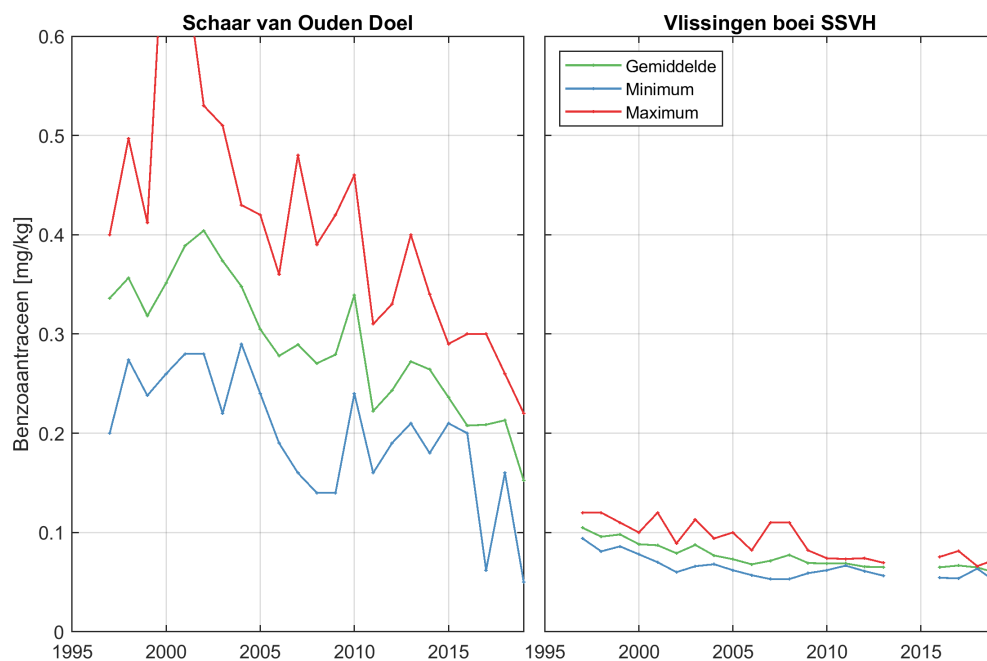


Figure 153: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van Benzo(a)antracene voor beide stations.

Table 58: Waardes voor Benzokfluorantheen in mg/kg voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	0.24	0.59	0.04	-0.009	0.93
Vlissingen boei SSVH	0.07	0.58	0.04	0.002	0.07

5.4.5 Benzo[k]fluorantheen

Figuur 154 toont het jaargemiddelde Benzo[k]fluorantheen per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 58 de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven. Schaal van Ouden Doel heeft hogere waardes Benzo[k]fluorantheen in zwevend stof vergeleken met Vlissingen en daarnaast neemt deze hoeveelheid sterker af bij Schaar van Ouden Doel. Voor beide stations is deze afnemende trend statistisch significant (R van 0,55 - 0,95). De concentraties bij Vlissingen zijn echter sinds 2016 wel iets toegenomen. Hierdoor is de significantie van de trend ten opzichte van voor 2016 dan ook afgenomen.

In 2019 is het gemiddelde en maximum bij Vlissingen boei SSVH erg hoog. Dit lijkt op een verkeerde meting, hiaat of een FillValue. In een volgende versie van het rapport zullen we dit uitgezocht hebben.

5.4.6 Chryseen

Figuur 155 toont het jaargemiddelde chryseen per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 59 de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven. Beide stations hebben een afnemende trend, hoewel de trend en de correlatie verschilt per station.

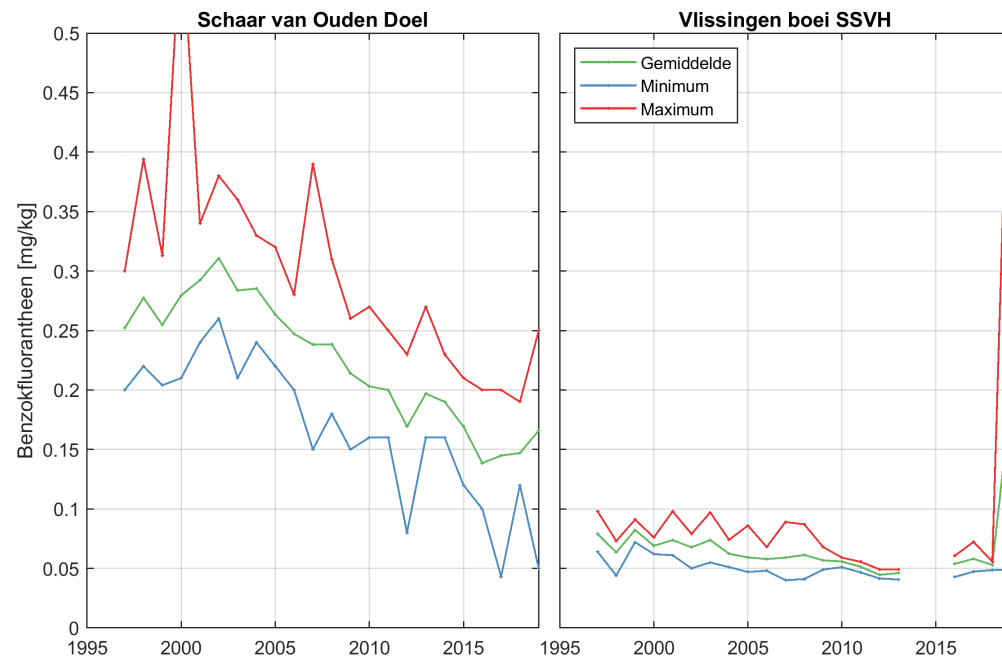


Figure 154: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van Benzokfluorantheen voor beide stations.

Table 59: Waardes voor Chryseen in mg/kg voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum
Schaar van Ouden Doel	0.33	0.56	0.06
Vlissingen boei SSVH	0.08	0.14	0.05

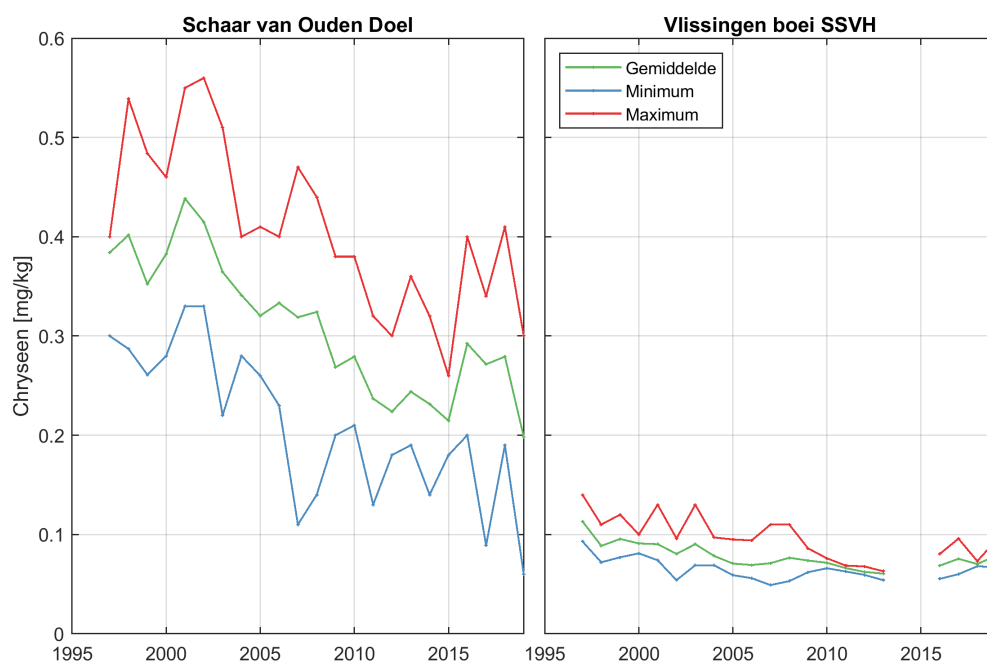


Figure 155: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van Chryseen voor beide stations.

Table 60: Waardes voor Fenanthreen in mg/kg voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	0.4	3.40	0.05	-0.014	0.52
Vlissingen boei SSVH	0.1	0.19	0.07	-0.001	0.22

5.4.7 Fenanthreen

Figuur 156 toont het jaargemiddelde fenanthreen per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 60 de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven. Beide stations hebben een afnemende trend, hoewel de trend en de correlatie verschilt per station.

5.4.8 Fluorantheen

Figuur 157 toont het jaargemiddelde fluorantheen per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 61 de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven. Beide stations constateren we een afnemende trend, hoewel Vlissingen boei SSVH net significant.

5.4.9 Indeno[1,2,3-c,d]pyreen

Figuur 158 toont het jaargemiddelde Indeno[1,2,3-c,d]pyreen per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 62 de gemiddelde,

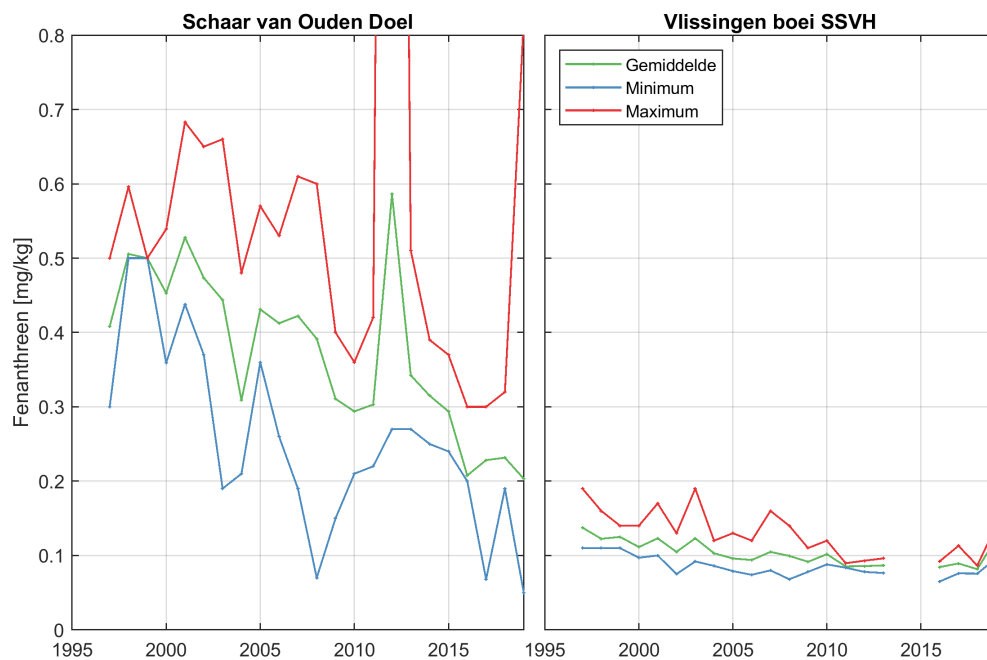


Figure 156: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van Fenanthreen voor beide stations.

Table 61: Waardes voor Fluorantheen in mg/kg voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	0.62	1.20	0.09	-0.024	0.87
Vlissingen boei SSVH	0.17	0.28	0.12	-0.002	0.65

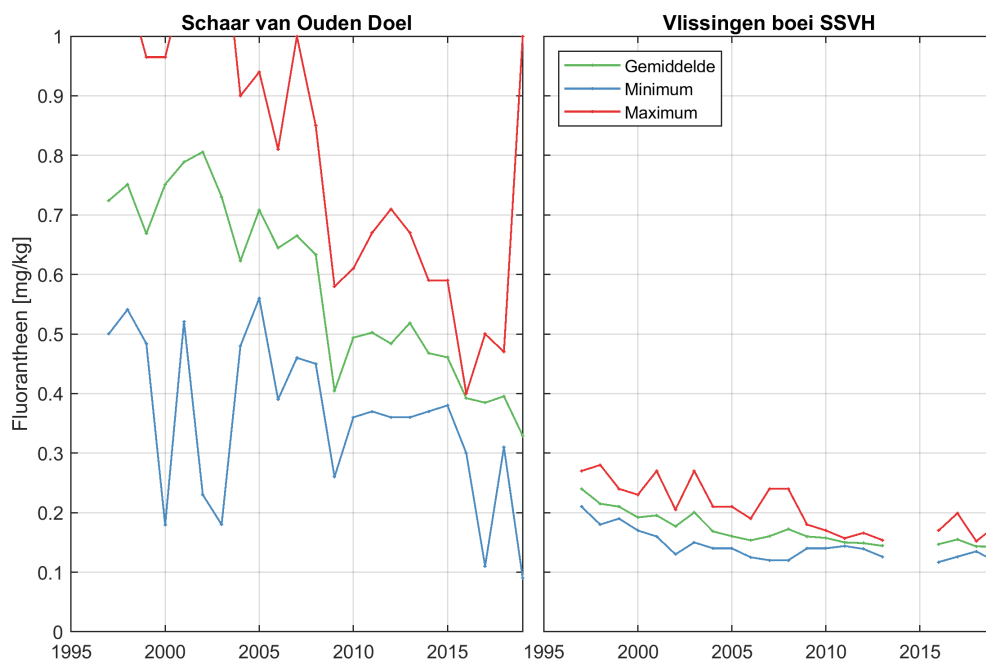


Figure 157: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van Fluorantheen voor beide stations.

Table 62: Waardes voor Indeno[*1,2,3-c,d*]pyreen in mg/kg voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	0.38	0.92	0.05	-0.013	0.79
Vlissingen boei SSVH	0.11	0.19	0.07	-0.001	0.63

minimale en maximale waardes per station weergegeven. Deze neemt statistisch significant af bij Schaar van Ouden Doel.

5.4.10 Naftaleen

Figuur 159 toont het jaargemiddelde naftaleen per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 63 de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven. We constateren geen temporale trend.

5.5 Polychloorbifenylen (PCB's)

In deze paragraaf presenteren we de gemeten gehalten van de volgende PCB's in zwevende stof:

Table 63: Waardes voor Naftaleen in mg/kg voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum
Schaar van Ouden Doel	0.18	0.45	0.05

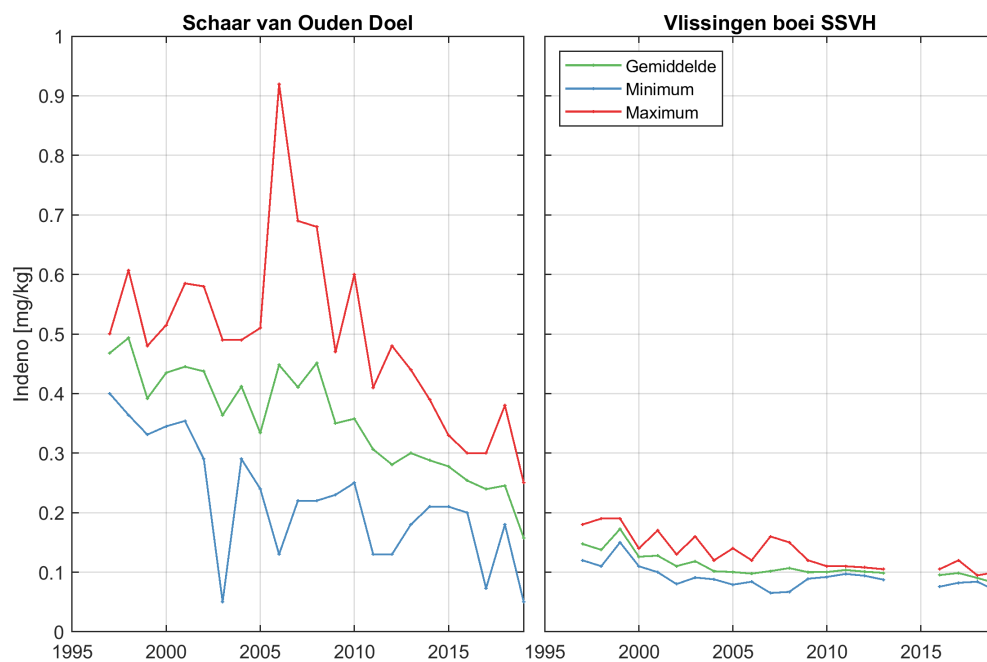


Figure 158: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van Indeno[*1,2,3-c,d*]pyreen voor beide stations.

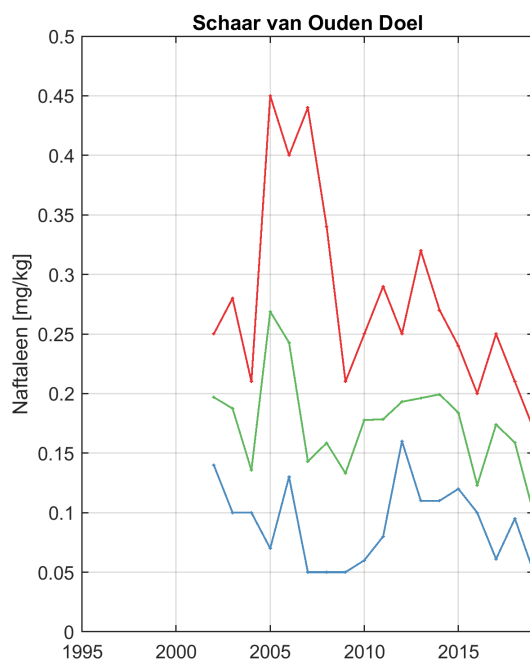


Figure 159: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van Naftaleen voor beide stations.

Table 64: Waardes voor de PCB180 in $\mu\text{g}/\text{kg}$ voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	14.02	26.0	1.00	-0.482	0.69
Vlissingen boei SSVH	1.19	2.3	0.54	-0.047	0.81

Table 65: Waardes voor de PCB138 in $\mu\text{g}/\text{kg}$ voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	16.92	40.0	2.00	-0.609	0.81
Vlissingen boei SSVH	1.86	4.3	0.85	-0.084	0.70

- 2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyl (PCB180, Figuur 160)
- 2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyl (PCB138, Figuur 161)
- 2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyl (PCB153, Figuur 162)
- 2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyl (PCB101, Figuur 163)
- 2,2',5,5'-tetrachloorbifenyl (PCB52, Figuur 164)
- 2,3',4,4',5-pentachloorbifenyl (PCB118, Figuur 165)
- 2,4,4'-trichloorbifenyl (PCB28, Figuur 166)

Polychloorbifenylen (PCB's) zijn vanaf 1930 op grote schaal toegepast in industrie en techniek. Sinds de jaren 70 is duidelijk geworden dat PCB's het milieu en in het bijzonder de fauna sterk verontreinigen. Dit houdt de grootste risico's in voor dieren die aan het eind van een voedselketen staan en vis consumeren. (Bron: <http://www.chemischefeitelijkheden.nl/Uploads/Magazines/h012.pdf>).

Voor alle getoonde PCB's is er een duidelijke ruimtelijke gradiënt waarneembaar, met hogere concentraties bij Schaar van Ouden Doel en lagere concentraties bij Vlissingen boei SSVH. Daarnaast is er in alle/veel gevallen een dalende trend zichtbaar, die het sterkst is bij Schaar van Ouden Doel. De meetreeksen bevatten enkele waarden die onder de detectiegrens vallen, waardoor de gemiddelden (en minima) wat hoger zijn uitgevallen.

5.5.1 PCB180

Figuur 160 toont het jaargemiddelde PCB180 per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 64 de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven. Voor beide stations constateren we een afnemende lineaire trend rond de 0,06 tot 0,26 $\mu\text{g}/\text{kg}$ per jaar. Voor station Vlissingen is deze afname minder groot dan voor station Schaar van Ouden Doel, maar deze trend heeft wel een hogere correlatie coëfficiënt.

5.5.2 PCB138

Figuur 161 toont het jaargemiddelde PCB138 per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 65 de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven. Voor beide stations constateren we een afnemende lineaire trend rond de 0,10 tot 0,59 $\mu\text{g}/\text{kg}$ per jaar. Voor station Vlissingen is de correlatie coëfficiënt lager.

5.5.3 PCB153

Figuur 162 toont het jaargemiddelde PCB153 per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 66 de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven.

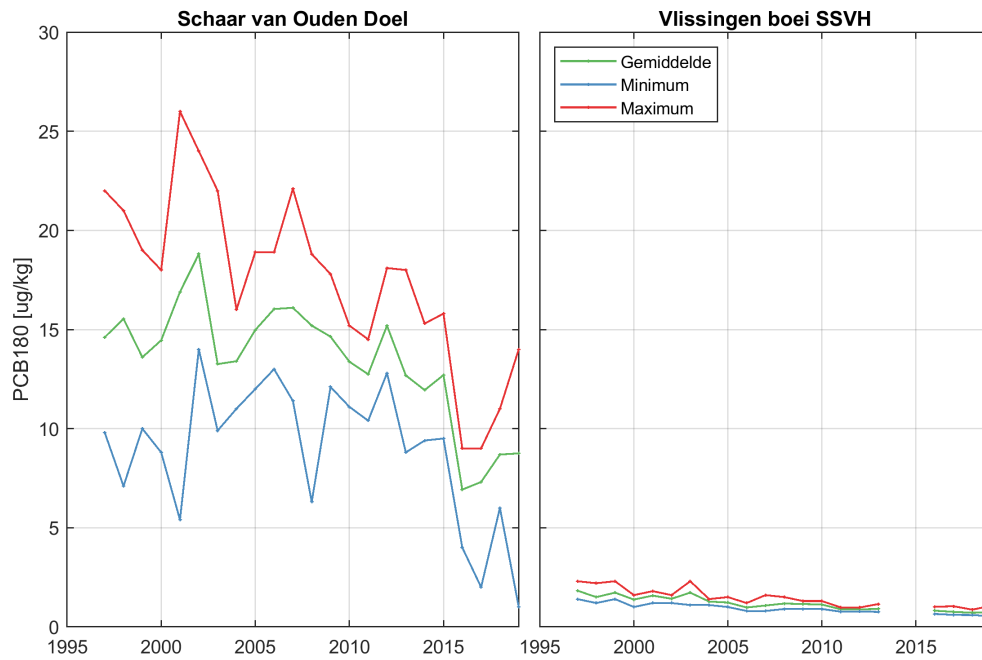


Figure 160: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van PCB180 voor beide stations.

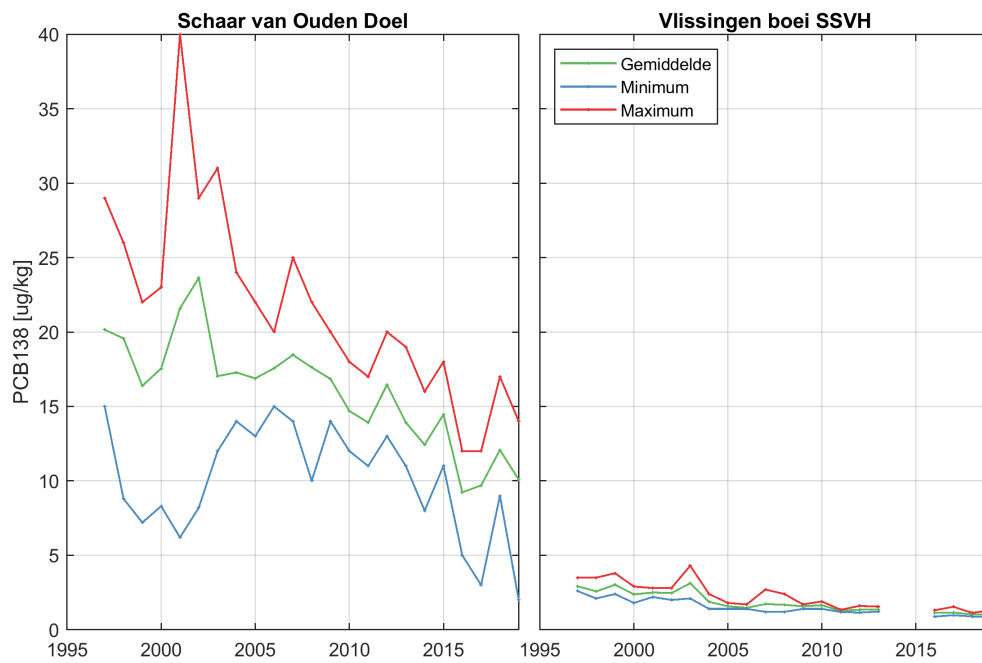


Figure 161: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van PCB138 voor beide stations.

Table 66: Waardes voor de PCB153 in $\mu\text{g}/\text{kg}$ voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	21.39	35.0	3.00	-0.737	0.65
Vlissingen boei SSVH	2.64	5.6	1.41	-0.092	0.70

Table 67: Waardes voor de PCB101 in $\mu\text{g}/\text{kg}$ voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	11.36	20.0	1.00	-0.420	0.81
Vlissingen boei SSVH	1.43	3.4	0.73	-0.054	0.73

Bij station Schaar van Ouden Doel constateren we een afnemende trend met een hoge correlatie. Voor Vlissingen is er een lagere statistische afnemende lineaire trend van $0,1 \mu\text{g}/\text{kg}$ per jaar. Dit komt door de relatief hoge waardes in 2003 en 2008.

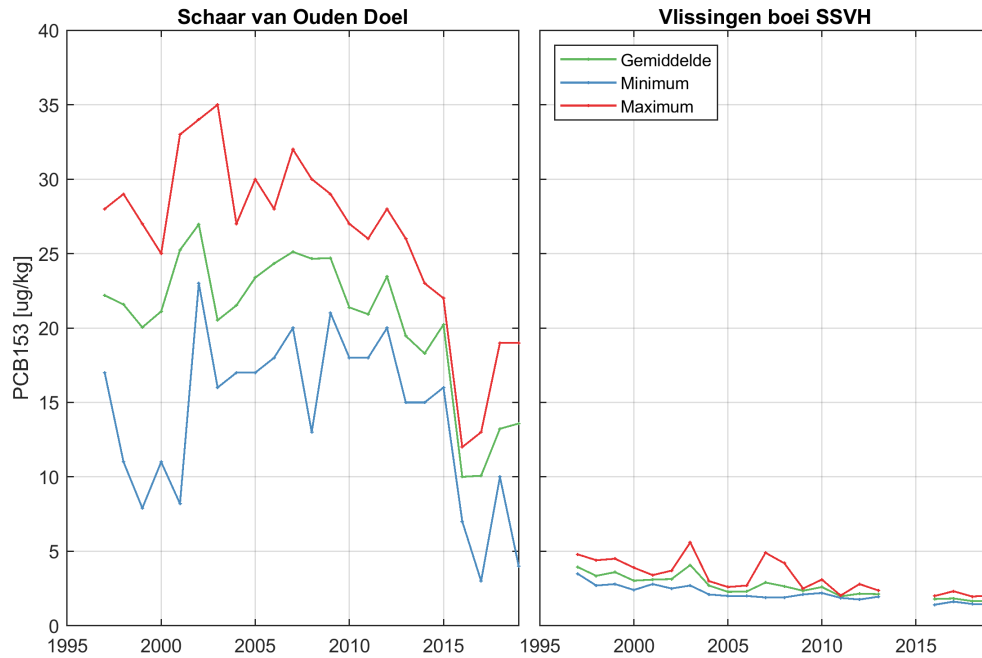


Figure 162: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van PCB153 voor beide stations.

5.5.4 PCB101

Figuur 163 toont het jaargemiddelde PCB101 per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 67 de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven. Voor beide stations constateren we een afnemende lineaire trend rond de $0,06$ tot $0,38 \mu\text{g}/\text{kg}$ per jaar. Voor station Vlissingen is deze afname minder groot dan voor station Schaar van Ouden Doel.

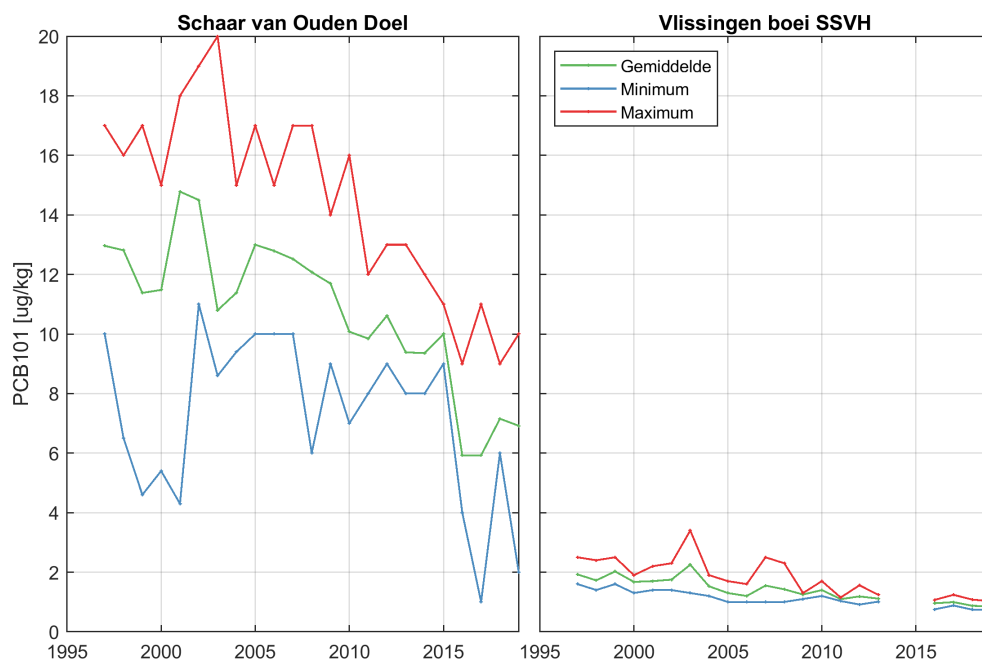


Figure 163: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van PCB101 voor beide stations.

Table 68: Waardes voor de PCB52 in $\mu\text{g}/\text{kg}$ voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	4.93	10	0.7	-0.212	0.86
Vlissingen boei SSVH	0.71	3	0.4	-0.013	0.24

5.5.5 PCB52

Figuur 164 toont het jaargemiddelde PCB52 per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 68 de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven. Voor Schaar van Ouden Doel constateren we een afnemende lineaire trend van $0,20 \mu\text{g}/\text{kg}$ per jaar die beperkt statistisch significant te noemen is. Er is geen significante trend bij Vlissingen.

5.5.6 PCB118

Figuur 165 toont het jaargemiddelde PCB118 per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 69 de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven. Voor beide stations constateren we een afnemende lineaire trend rond de $0,04$ tot $0,29 \mu\text{g}/\text{kg}$ per jaar. Voor station Vlissingen de trend een hogere correlatie coëfficiënt.

5.5.7 PCB28

Figuur 166 toont het jaargemiddelde PCB28 per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 70 de gemiddelde, minimale

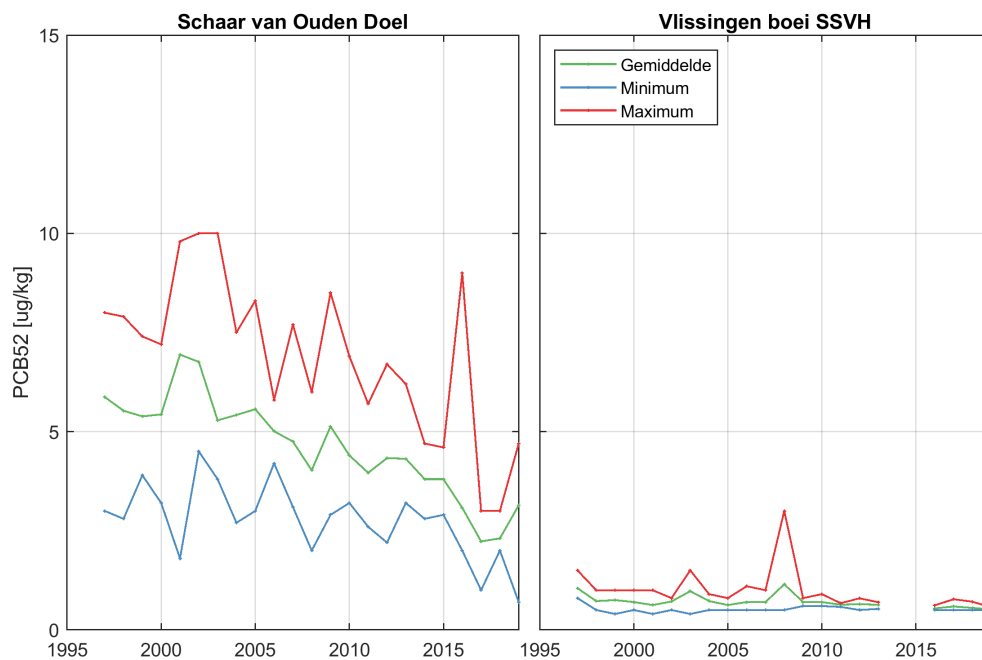


Figure 164: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van PCB52 voor beide stations.

Table 69: Waardes voor de PCB118 in $\mu\text{g}/\text{kg}$ voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	7.80	19.0	1.00	-0.291	0.67
Vlissingen boei SSVH	1.33	2.6	0.72	-0.041	0.77

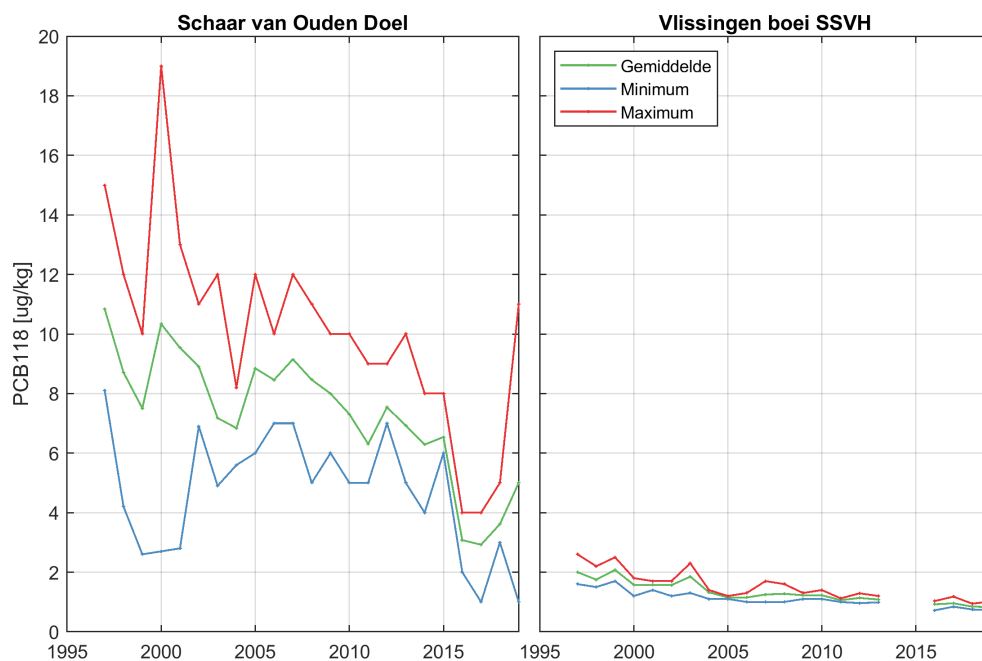


Figure 165: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van PCB118 voor beide stations.

Table 70: Waardes voor de PCB28 in $\mu\text{g}/\text{kg}$ voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum
Schaar van Ouden Doel	2.87	26	0.5
Vlissingen boei SSVH	0.89	3	0.5

en maximale waardes per station weergegeven. Voor beide stations neemt de hoeveelheid PCB28 af. Voor Schaar van Ouden Doel is de trend hoger vergeleken met Vlissingen. De hoge waarde in 2017 bij Schaar van Ouden Doel lijkt een uitschieter. Het is de vraag of deze meegenomen moet worden in de berekening van het gemiddelde.

5.6 Overige stoffen

In deze paragraaf presenteren we de volgende overige stoffen in zwevende stof:

- Dieldrin (Figuur 167)
- Hexachloorbenzeen (Figuur 168)
- Tributyltin (Figuur 169)

5.6.1 Dieldrin

Figuur 167 toont het jaargemiddelde dieldrin per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 71 de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven.

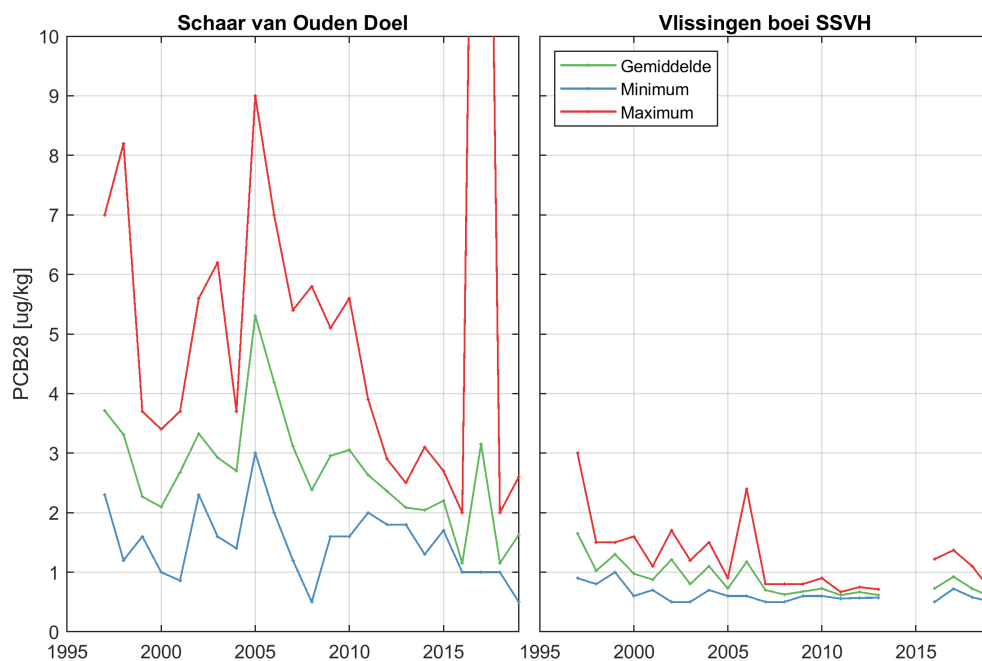


Figure 166: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van PCB28 voor beide stations.

Table 71: Waardes voor de Dieldrin in $\mu\text{g}/\text{kg}$ voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum
Schaar van Ouden Doel	1.28	9	0.5

Het gehalte dieldrin wordt alleen bij Schaar van Ouden Doel bepaald en beïnvloed door de detectiegrens van 0,5 mg/l, dit laten de minima duidelijk zien. In werkelijkheid zullen de minima en gemiddelden dus lager zijn. De dalende trend sinds de incidentele piek in 2006 is niet significant. Sinds 2010 volgde uit 40% van de metingen een waarde van 0,5 mg/l. In 2018, net als in 2016 en 2017, volgde uit alle metingen een waarde van 1 mg/l. Hierdoor zijn de gemiddelde, minimale en maximale waarde gelijk. Dit kan er op duiden dat de detectie grens is verschoven of dat de meetapparatuur niet meer functioneert.

5.6.2 Hexachloorbenzeen

Figuur 168 toont het jaargemiddelde hexachloorbenzeen per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 72 de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven.

Bij Vlissingen boei SSVH is het gehalte hexachloorbenzeen zeer laag en wordt steeds de detectiegrens van 0,5 mg/l bereikt, waardoor de minima en gemiddelden worden bepaald. In werkelijkheid zijn de gehalten dus nog lager. Over de gehele dataset is geen trend te herkennen.

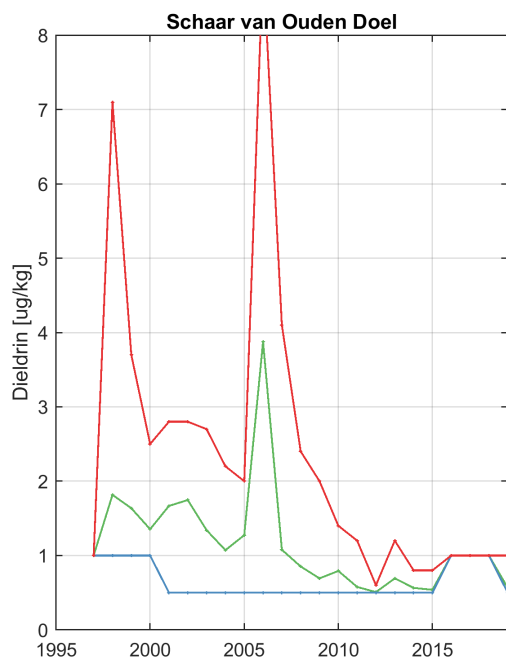


Figure 167: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van Dieldrin voor beide stations.

Table 72: Waardes voor de Hexachloorbenzeen in $\mu\text{g}/\text{kg}$ voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum
Schaar van Ouden Doel	1.54	10.1	0.5
Vlissingen boei SSVH	0.47	1.7	0.2

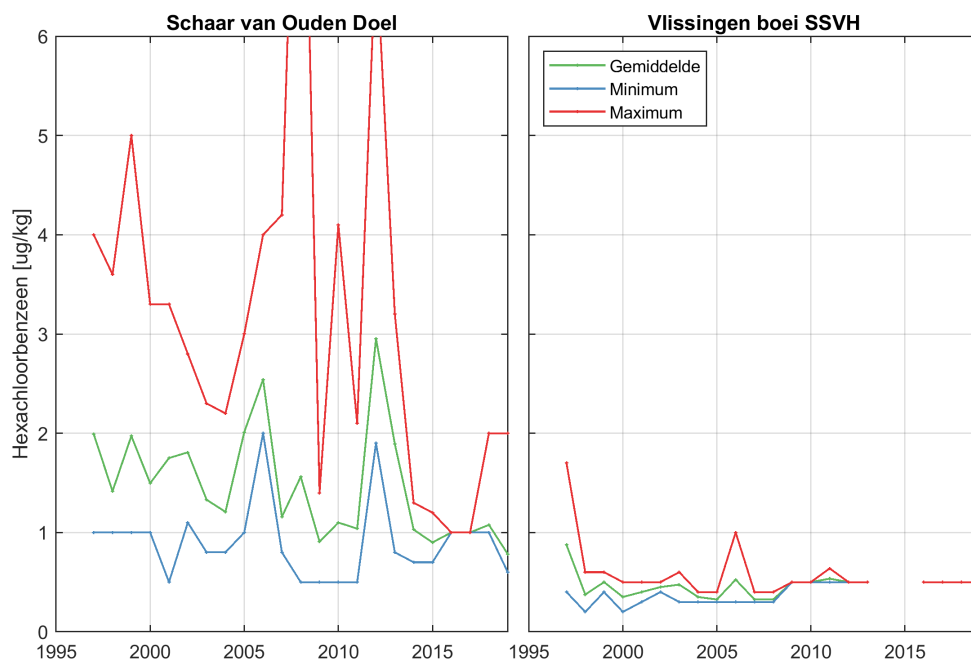


Figure 168: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van Hexachlorobenzeen voor beide stations.

Table 73: Waardes voor de Tributyltin in $\mu\text{g}/\text{kg}$ voor beide stations.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Schaar van Ouden Doel	37.3	69.2	22.4	0.01	0.00
Vlissingen boei SSVH	35.4	140.0	3.0	5.29	0.88

5.6.3 Tributyltin

Figuur 169 toont het jaargemiddelde tributyltin per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2019, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 73 de gemiddelde, minimale en maximale waardes per station weergegeven.

In 2012 worden de waarden van tributyltin (TBT) bij Schaar van Ouden Doel niet meer uitgedrukt in tin, de oude metingen (wel uitgedrukt in tin) zijn door te vermenigvuldigen met factor 2,444 omgerekend naar tributyltin. Bij Schaar van Ouden Doel dalen de gehalten tributyltin sterk. Bij Vlissingen boei SSVH is een dalende trend aanwezig. De waarden bij Vlissingen boei SSVH zijn lager dan bij Schaar van Ouden Doel. Bij Vlissingen boei SSVH wordt de laatste jaren zelfs de detectiegrens bereikt ($3 \mu\text{g}/\text{kg}$). Over de gehele dataset is er een duidelijke dalende trend van $-5,2$ tot $-7,4 \mu\text{g}/\text{kg}$ te herkennen die voor beide stations een hoge correlatiecoëfficiënt heeft. Deze daling lijkt wel af te nemen met stabiliserende waardes in de laatste jaren. Voor Vlissingen was in 2017 geen data beschikbaar.

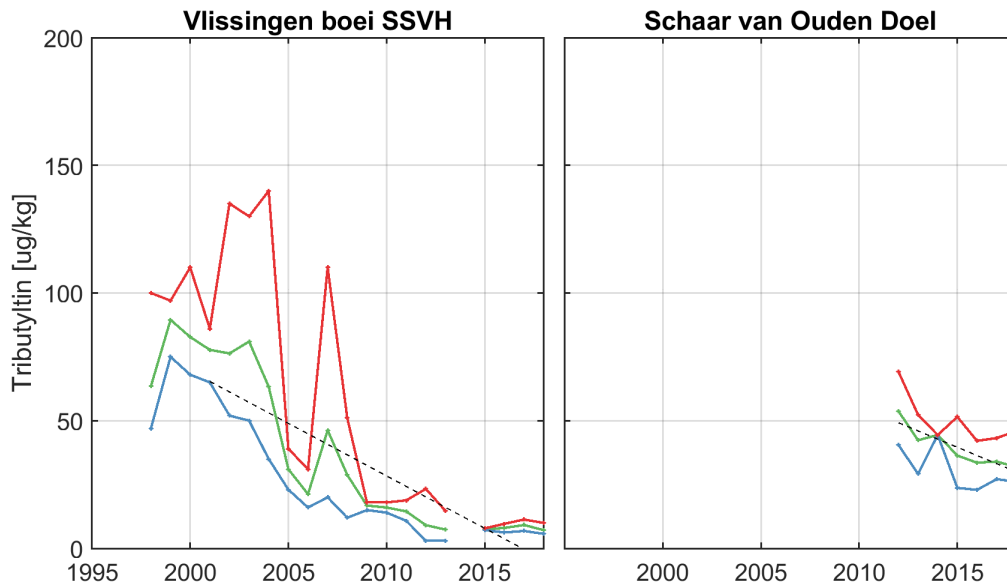


Figure 169: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van Tributyltin voor beide stations.

6 Bodem - Fysisch-chemische parameters

6.1 Informatie over de metingen

Eens in de drie jaar worden monsters genomen van het bodemmateriaal in de Westerschelde. Figuur 170 laat de 12 bemonsteringslocaties zien die in 2016 zijn gebruikt. De locatie Walcheren 2 km uit de kust is sinds 2010 niet meer gemeten. Resultaten van dit station zijn terug te vinden in de Eerstelijnsrapportage 2010.



Figure 170: Ligging van de meetstations voor het bodemmateriaal

6.2 Metalen

In Figuur 171 t/m Figuur 177 zijn de metalen in het bodemsediment in de Westerschelde weergegeven. Op de horizontale as zijn de stations gerangschikt van west (links) naar oost (rechts). Globaal gezien laten de meeste metalen laten op de meeste stations een afnemende trend in de tijd zien, die voor sommige metalen en stations sterker zijn dan voor andere. Daarnaast is voor sommige metalen (cadmium, koper, kwik en zink) te zien dat de hoeveelheid metaal in de richting van de Noordzee afneemt.

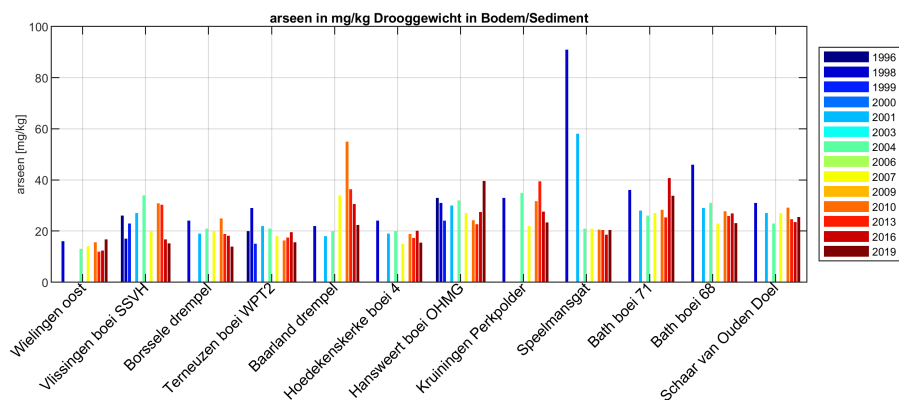


Figure 171: Arseen in het bodemsediment in de Westerschelde

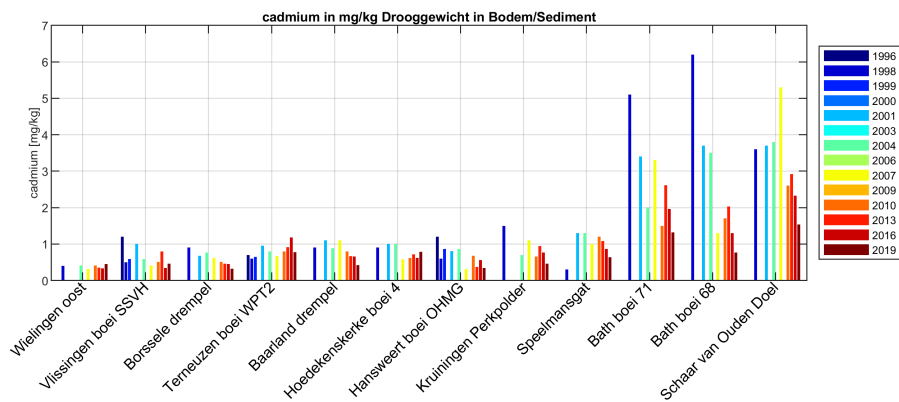


Figure 172: Cadmium in het bodemsediment in de Westerschelde

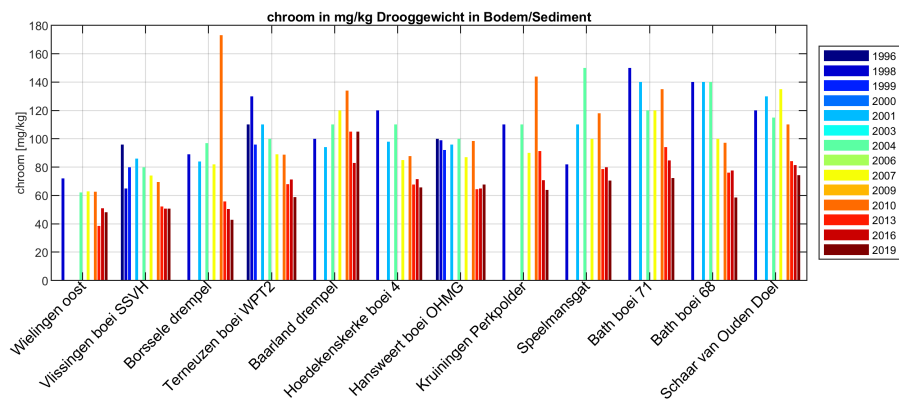


Figure 173: Chromium in het bodemsediment in de Westerschelde

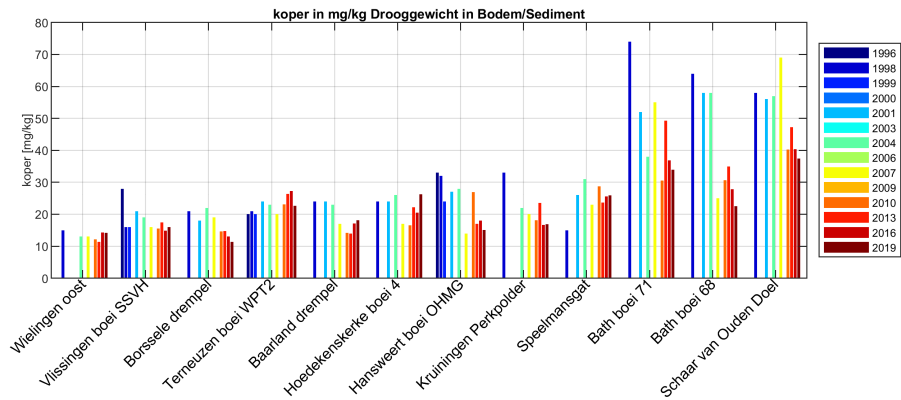


Figure 174: Koper in het bodemsediment in de Westerschelde

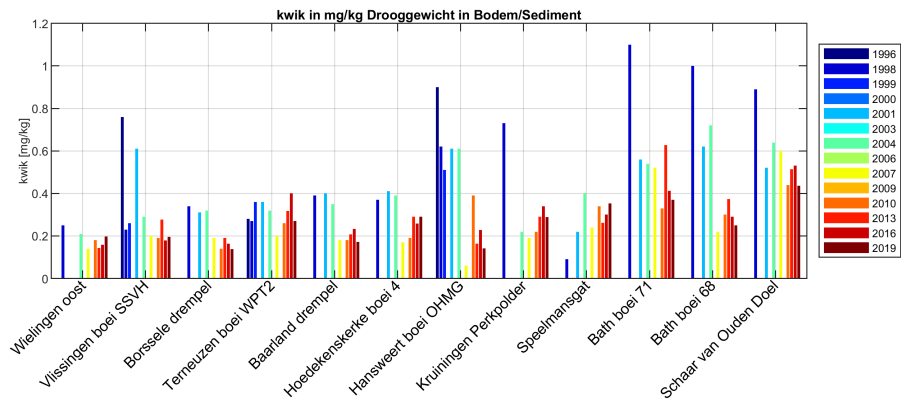


Figure 175: Kwik in het bodemsediment in de Westerschelde

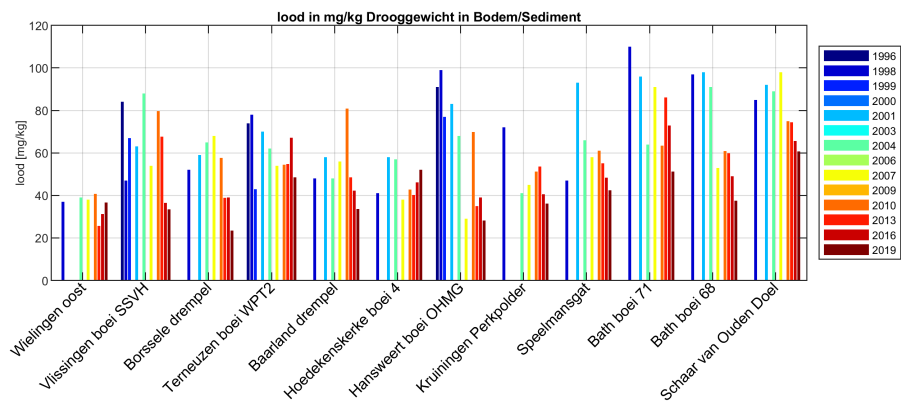


Figure 176: Lood in het bodemsediment in de Westerschelde

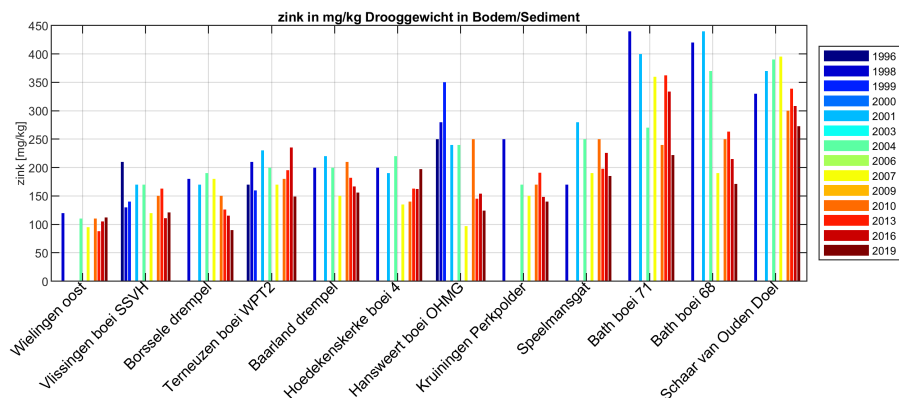


Figure 177: Zink in het bodemsediment in de Westerschelde

6.3 Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's)

De PAK's zijn afzonderlijk weergegeven in Figuur 178 t/m Figuur 186. De PAK's zijn in hogere gehalten aanwezig richting de Vlaams-Nederlandse grens. Ook bij Hansweert boei OHMG zijn in het verleden hoge gehalten gemeten. Er is geen consistente temporele trend waar te nemen, maar de gemiddeldes liggen in de periode na 2007 over het algemeen lager dan in de periode voor 2007.

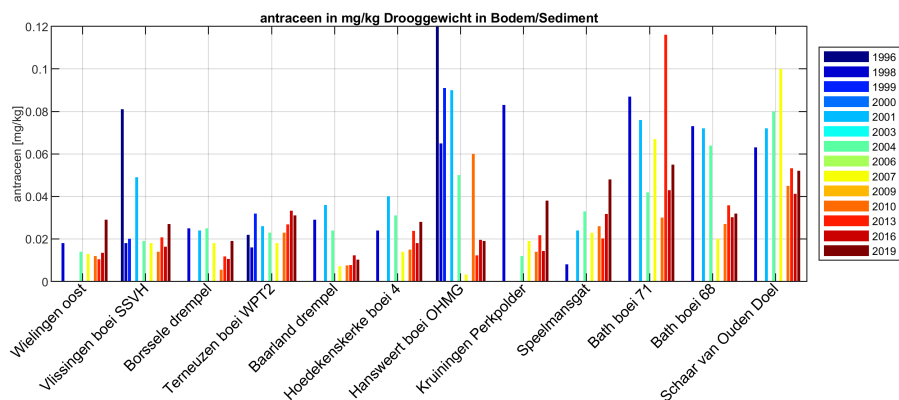


Figure 178: Antracenen in het bodemsediment in de Westerschelde

6.4 Polychloorbifenylen (PCB's)

De PCB's in het bodemsediment worden zowel afzonderlijk als gesommeerd weergegeven. In Figuur 187 t/m Figuur 193 zijn de onderstaande PCB's afzonderlijk weergegeven. In Figuur 194 is de sommatie van de PCB's weergegeven. De volgende PCB's zijn gerapporteerd en gesommeerd:

- 2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyyl (PCB180)
- 2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyyl (PCB138)
- 2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyyl (PCB153)
- 2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyyl (PCB101)
- 2,2',5,5'-tetrachloorbifenyyl (PCB52)
- 2,3',4,4',5-pentachloorbifenyyl (PCB118)

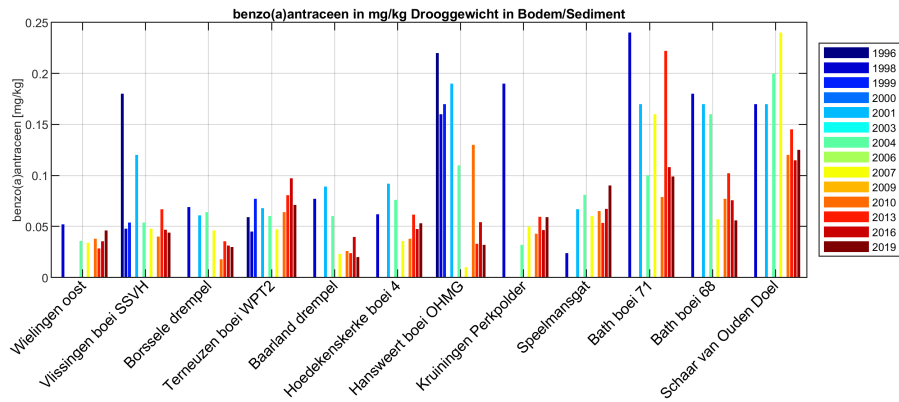


Figure 179: Benzo(a)antracene in het bodemsediment in de Westerschelde

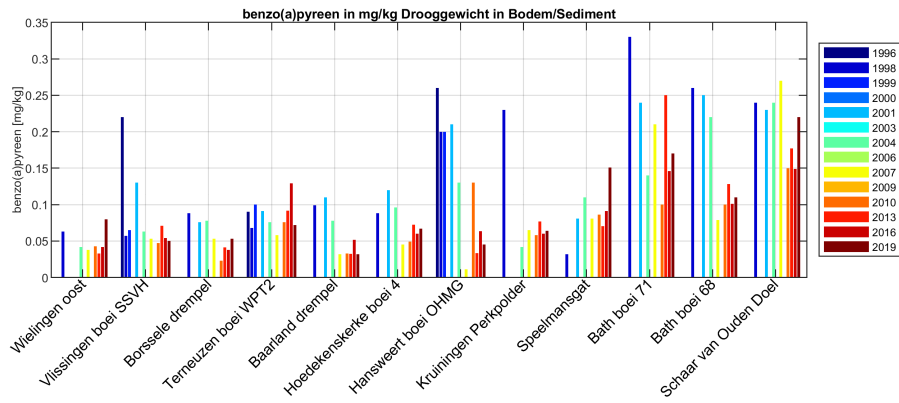


Figure 180: Benzo(a)pyreen in het bodemsediment in de Westerschelde

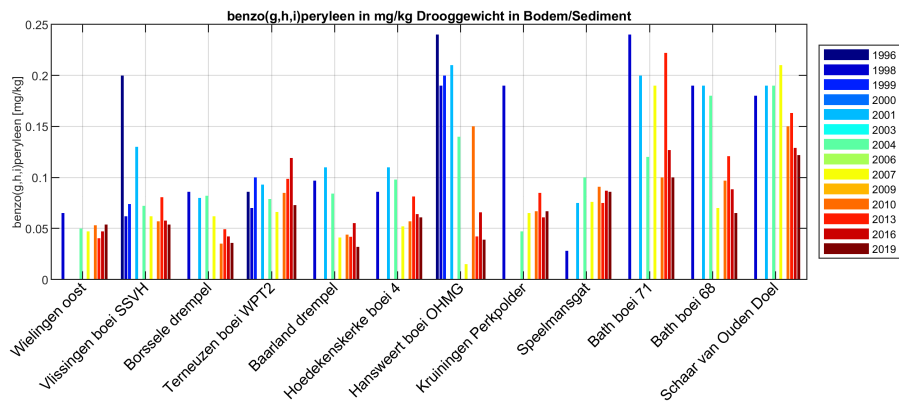


Figure 181: Benzo(g,h,i)perylene in het bodemsediment in de Westerschelde

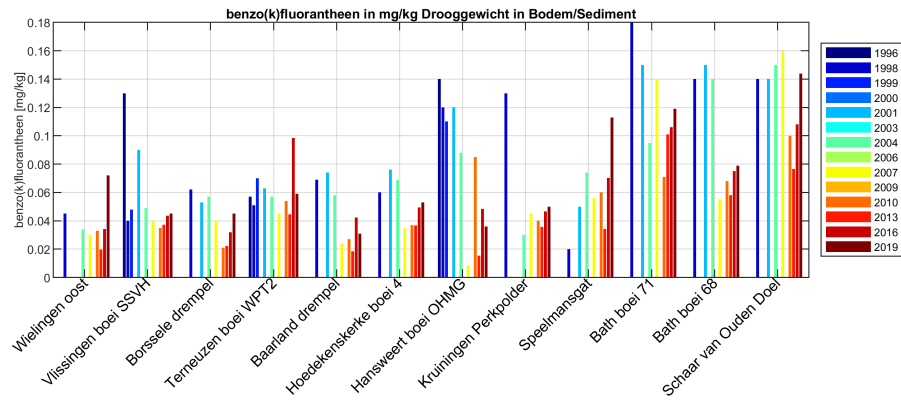


Figure 182: Benzo(k)fluorantheen in het bodemsediment in de Westerschelde

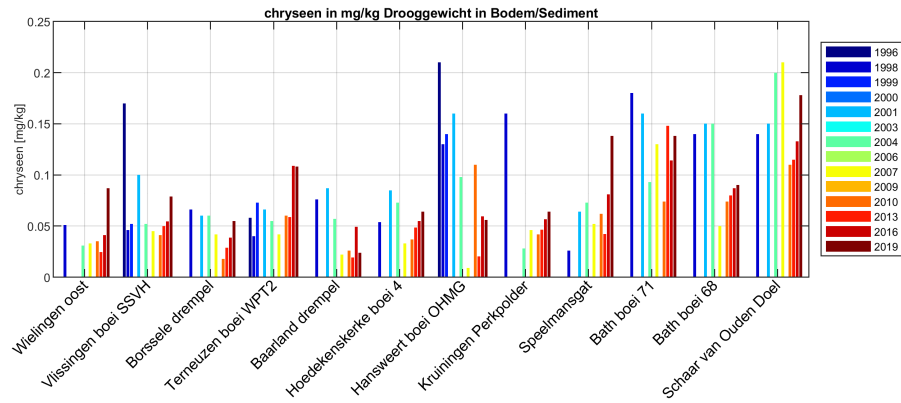


Figure 183: Chryseen in het bodemsediment in de Westerschelde

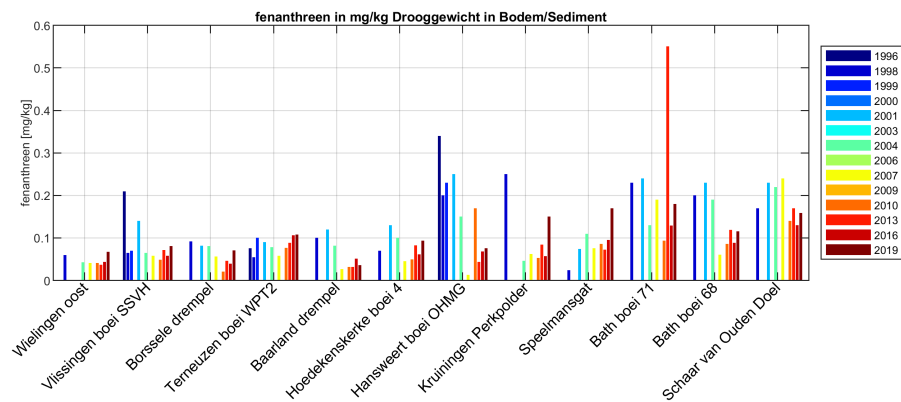


Figure 184: Fenanthreen in het bodemsediment in de Westerschelde

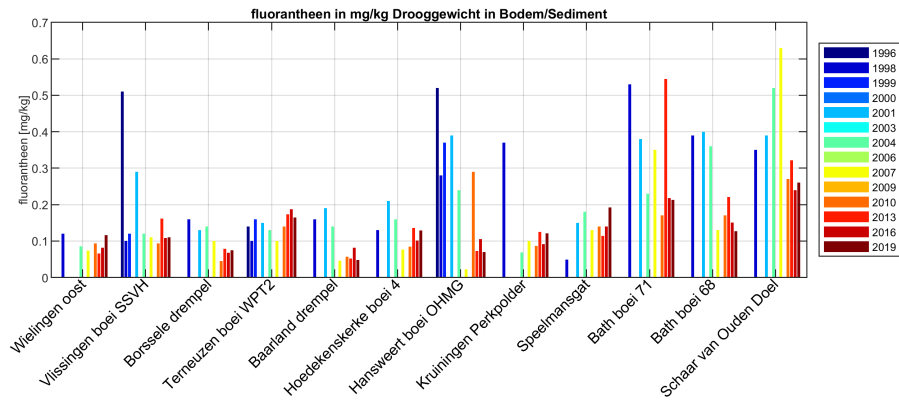


Figure 185: Fluorantheen in het bodemsediment in de Westerschelde

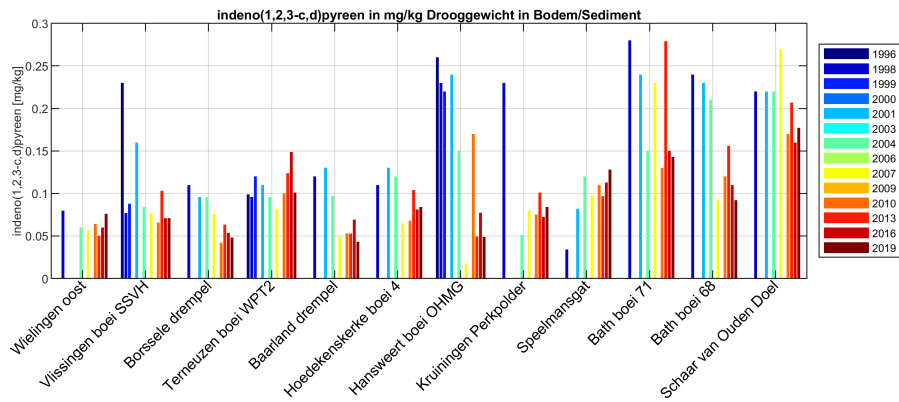


Figure 186: Indeno(1,2,3-c,d)pyreen in het bodemsediment in de Westerschelde

- 2,4,4'-trichloorbifenyyl (PCB28)

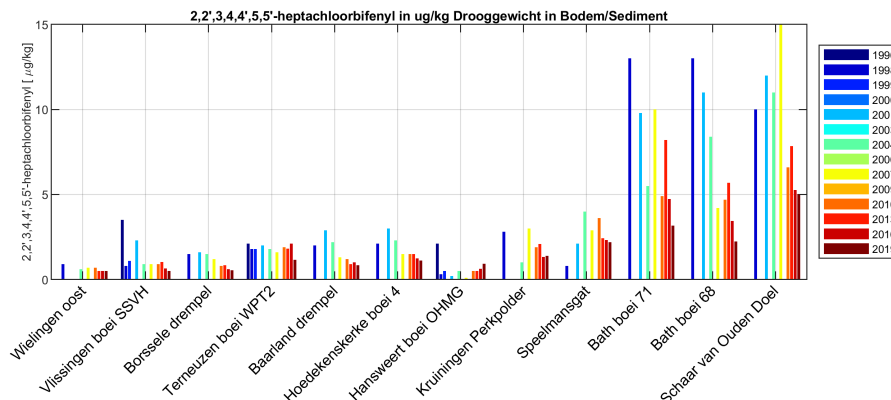


Figure 187: PCB180 in het bodemsediment in de Westerschelde

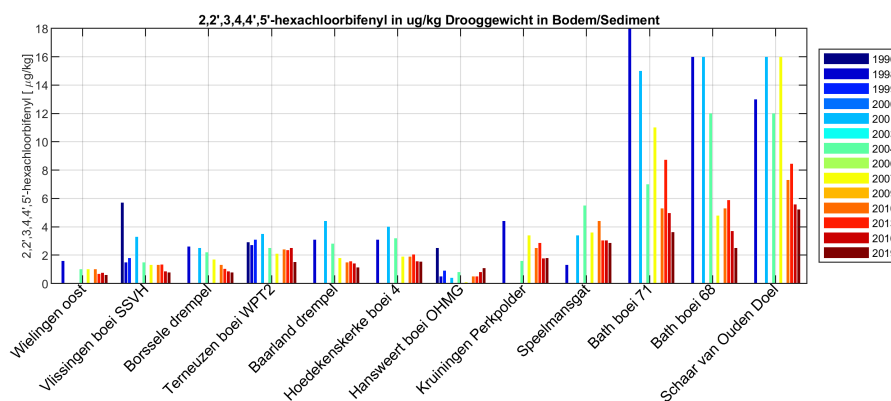


Figure 188: PCB138 in het bodemsediment in de Westerschelde

De hoeveelheid PCB's neemt af in de richting van de Noordzee. Met name bij de oostelijke stations lijken de gehalten af te nemen in de tijd.%, hoewel de gehalten in 2016 wel hoger zijn dan in 2013.

6.5 Organotinverbindingen

Tributyltin is de enige organotinverbinding die wordt gemeten in het bodemsediment. In Figuur 195 is de hoeveelheid tributyltin over de jaren weergegeven per station. De gehalten in 2010, 2013 en 2016 zijn sterk lager dan die van 2001 en 2004. Ruimtelijk gezien zijn er grote variaties.

7 Biota - Fysisch-chemische parameters

7.1 Informatie over de metingen

De fysisch-chemische parameters in biota worden geanalyseerd aan de hand van Bot (*Platichthys flesus*) en mosselen (*Mytilus edulis*). Bot wordt eens per jaar op een vaste locatie gevangen. In 2010 is de monitoring

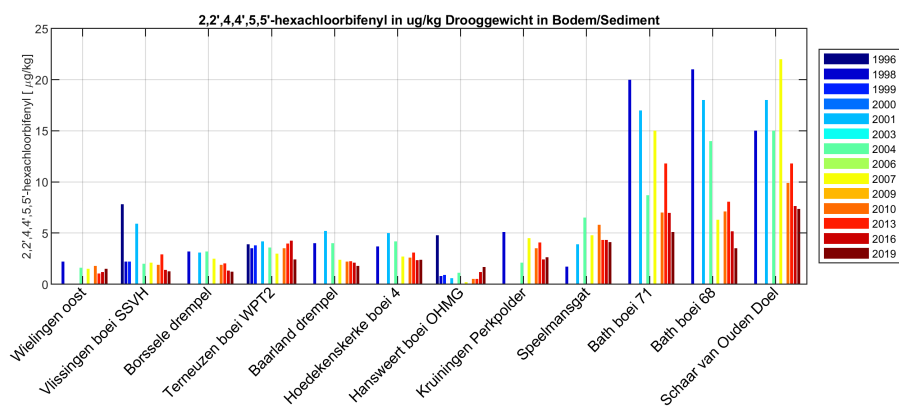


Figure 189: PCB153 in het bodemsediment in de Westerschelde

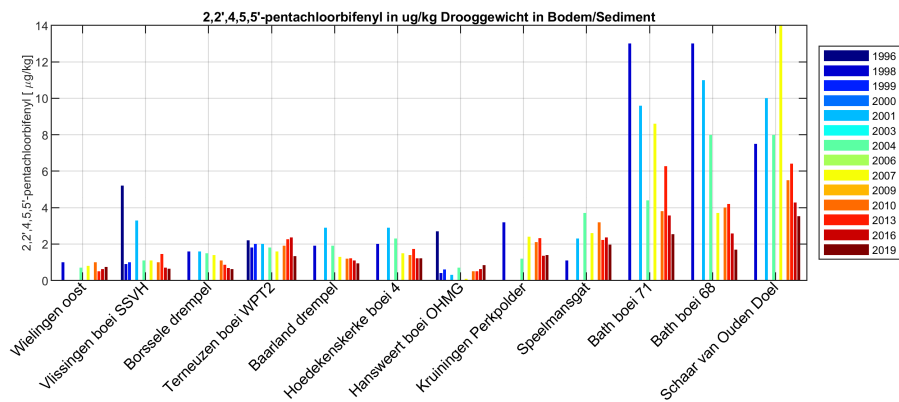


Figure 190: PCB101 in het bodemsediment in de Westerschelde

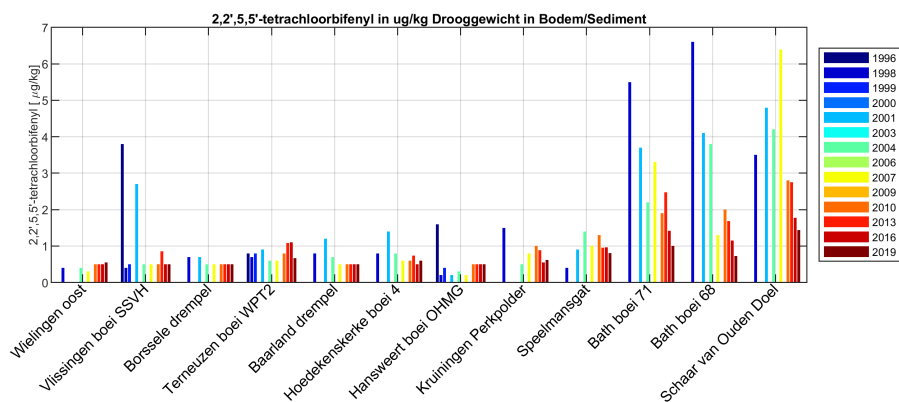


Figure 191: PCB52 in het bodemsediment in de Westerschelde

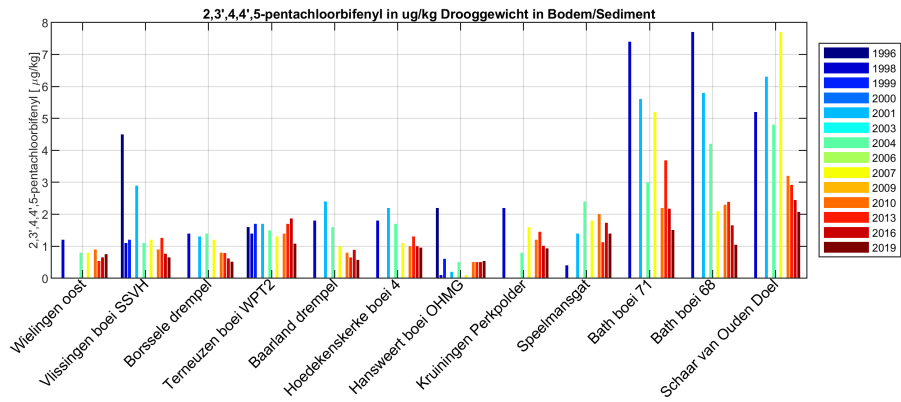


Figure 192: PCB118 in het bodemsediment in de Westerschelde

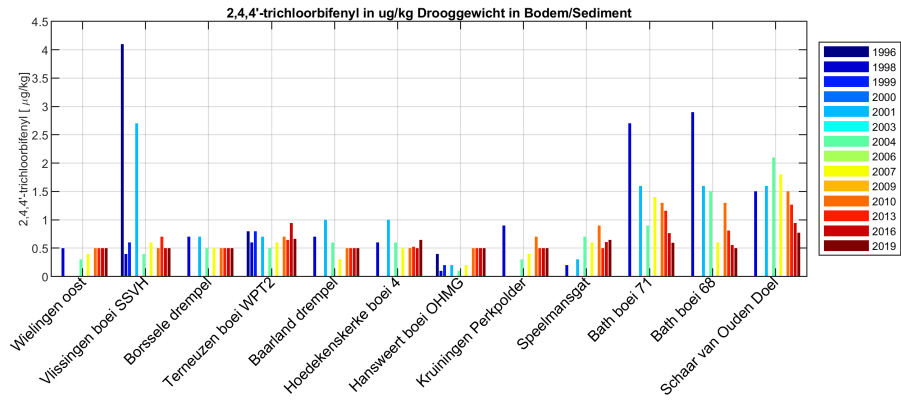


Figure 193: PCB28 in het bodemsediment in de Westerschelde

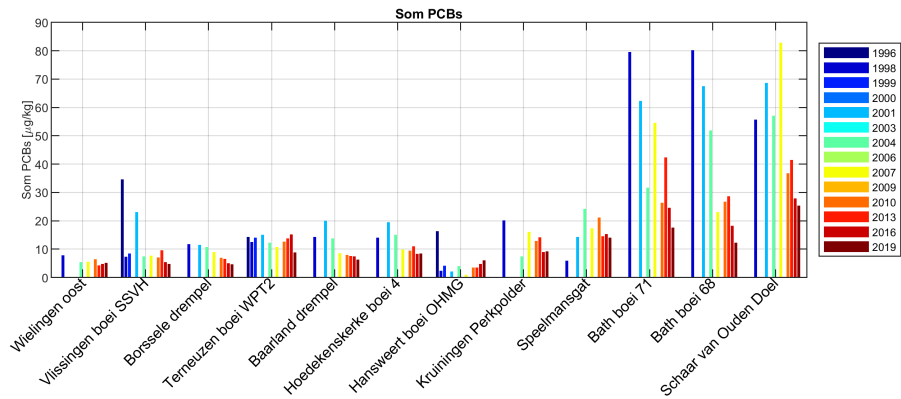


Figure 194: Som van de PCB's in het bodemsediment in de Westerschelde

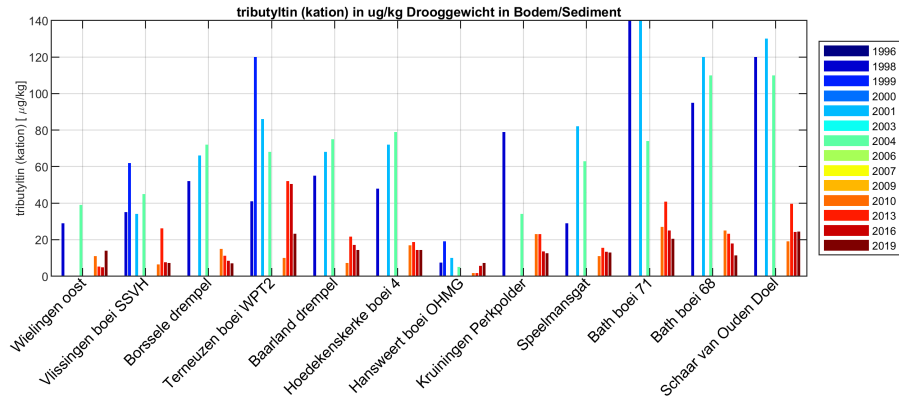


Figure 195: Tributyltin in het bodemsediment in de Westerschelde

aangepast en worden mosselen één keer per jaar zowel uitgehangen als verzameld op twee respectievelijk drie verschillende locaties.

Figuur 196 toont de meetlocaties voor bot (geel) en mosselen. Bij mosselen wordt een onderscheid gemaakt tussen actieve monitoring (het uithangen van korven met mosselen voor een periode van zes weken; rood) en passieve monitoring, waarbij mosselen worden gezocht (blauw).



Figure 196: Ligging van de meetstations voor biota. Locaties van bemonstering mossel zijn gecodeerd met kleur (actief=rood, passief=blauw) en bot (geel).

De meetdata worden gepresenteerd door middel van jaargemiddelden, en de minimale en maximale waarde die in elk jaar gemeten is. Bij het middelen van parameters over een bepaalde periode is de datadichtheid van belang. Een overzicht van het aantal metingen per parameter, per station, per jaar is daarom opgenomen in Bijlage B.3. Daarnaast is het van belang om te realiseren dat station Middelgat, Brouwersplaat, Molenplaat een deelgebied is. Dat betekent dat data in een groter deelgebied wordt ingewonnen. Net als in de Eerstelijnsrapportage van 2015 is er geen TEQ (Toxic Equivalent) bepaald (in tegenstelling tot voorgaande Eerstelijnsrapportages), aangezien dit niet leidt tot andere patronen dan wanneer de gemeten data wordt gepresenteerd.

Voor het visziektenonderzoek wordt in de periode augustus/september in de Westerschelde (locatie Middelgat, Brouwersplaat, Molenplaat) een bemonstering van bot uitgevoerd. Hierbij worden een tot drie vistrekken gedaan, waarbij maximaal 250 vissen per trek worden gevangen. Voor het chemisch onderzoek worden uit

deze set drie lengteklassen bemonsterd (20,0-24,9 cm, 25,0-29,9 cm en >30 cm) . De Eerstelijnsrapportage beperkt zich tot de middelste klasse: 25,0-29,9 cm. Uit deze klasse worden 20 mannelijke vissen genomen en gepoold tot 10 submonsters van twee vissen. Vijf submonsters worden gebruikt voor de analyse van metalen en vijf voor organische microverontreinigingen. Deze analyses worden, afhankelijk van de soort analyse, uitgevoerd in spierweefsel, leverweefsel of galvloeistof.

In de rapportage wordt hier als volgt mee omgegaan:

- Metalen
 - Cadmium (lever)
 - Koper (lever)
 - Kwik (spierweefsel)
 - Lood (lever)
 - Zink (lever)
- Polychloorbifenylen (PCB's): som van de gemeten waarden (lever)
- Polybroomdifenyloethers (PBDE's): som van de gemeten waarden (lever)
- Organochloorbestrijdingsmiddelen (lever): zowel hexachloorbenzeen (HCB) als hexachloorbutadieen (HxC1btDen)

Per meetlocatie van actieve monitoring (Vlissingen boei SSVH en Hansweert boei OHMG, zie rode markers in Figuur 196) zijn 2x 50 stuks levende en verwaterde mosselen nodig. Deze meting werd twee keer per jaar uitgevoerd. Tot 2006 in de maanden maart en november, daarna in januari en september/oktober. Sinds 2010 wordt nog maar één keer per jaar gemeten, in oktober. De passieve monitoring vond altijd al maar één keer per jaar plaats. Voor passieve monitoring worden mosselen gezocht op de Hooge Platen (tot en met 2013), bij Hoedekenskerke boei 4 (tot en met 2013) en bij Knuitershoek (sinds 2011), zie blauwe markers in Figuur 196. De monsterneming vindt plaats in het najaar en per keer moeten minimaal vijf mosselen per locatie worden verzameld. Bij afwezigheid van mosselen kunnen ook kokkels (*Cerastoderma edule*) of Japanse Oesters (*Crassostrea gigas*) worden gebruikt.

De volgende parameters worden gerapporteerd:

- Metalen (actieve en passieve monitoring)
 - Arseen
 - Cadmium
 - Chroom
 - Koper
 - Kwik
 - Lood
 - Nikkel
 - Zink
- Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's): som van Borneff (actieve monitoring)
- Polychloorbifenylen (PCB's). Passieve monitoring voor Knuitershoek en actieve monitoring voor alle overige stations. Som van de gemeten waarden, zowel in droog als natgewicht.
- Polybroomdifenyloethers (PBDE's). Passieve monitoring voor alleen Knuitershoek.
- Organotinverbindingen. Alleen passieve monitoring voor Knuitershoek. Voor overige stations actieve monitoring. Som van de gemeten waarden omgerekend naar drooggewicht.
- Organochloorbestrijdingsmiddelen: zowel hexachloorbenzeen (HCB) als hexachloorbutadieen (HxC1btDen) omgerekend naar drooggewicht.

De mosselen die worden verzameld bij Knuitershoek worden op meer verschillende parameters geanalyseerd dan de monsters van andere locaties. Hierdoor zijn sommige parameters alleen voor Knuitershoek beschikbaar. In principe worden de gemeten parameters weergegeven in hoeveelheid t.o.v. het drooggewicht. Indien

Table 74: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het metaalgehalte in ug/kg in bot bij Middelgat, Brouwersplaat, Molenplaat in de Westerschelde berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Cadmium	0.23	1.30	0.01	0.007	0.17
Koper	19.75	33.00	6.20	0.579	0.23
Kwik	0.13	0.22	0.05	0.016	0.29
Lood	0.10	0.37	0.03	0.005	0.47
Zink	0.03	0.08	0.01	-0.001	0.12

de parameter in de data is aangeleverd in natgewicht (passieve monitoring) wordt deze omgerekend naar drooggewicht. Hierbij is eerst de betreffende parameter omgerekend aan de hand van de gemiddelde hoeveelheid vocht in de monsters in dezelfde week en daarna gemiddeld.

7.2 Bot

De gemeten bot data wordt hier uitgesplitst in metalen, polychloorbifenylen (PCB's), polybroomdifenylethers (PBDE's) en organochloorbestrijdingsmiddelen. Over het algemeen is de indruk dat het gehalte organische verontreinigingen de laatste jaren is afgenomen. Let op dat het slechts beperkt mogelijk om de gemeten bot data statistisch te analyseren op basis van het gemiddelde, omdat de verdelingen erg scheef kunnen liggen ten opzichte van het gemiddelde.

7.2.1 Metalen

De metalen in bot worden sinds 1996 ingemeten en zijn weergegeven in Figuur 197 als natgewicht. Lood laat geen significante trend zien, deze variabele wordt pas sinds 2009 gemeten. Koper en zink in bot nemen toe in de tijd, hoewel deze variabelen ook pas sinds 2009 worden bemeaten. Koper heeft een hoge correlatiecoëfficiënt en zink een middelmatige. Cadmium en kwik worden langer gemeten en de concentraties in bot nemen toe in de tijd met hoge correlatie voor kwik en lage correlatie voor cadmium.

7.2.2 Polychloorbifenylen (PCB's)

De polychloorbifenylen (PCB's) zijn gemeten in de lever van bot. Figuur 198 toont de sommatie van de PCB's die in de periode 1996-2019 zijn gemeten.

Het betreft de volgende PCB's (in ug/kg Natgewicht (Lever) in Organisme (biota)):

- '2,2,'3,3',4,4',5,5',6-nonachloorbifenyl
- '2,2,'3,3',4,4',5,5'-octachloorbifenyl
- '2,2,'3,3',4,4'-hexachloorbifenyl
- '2,2,'3,3',5,5',6,6'-octachloorbifenyl
- '2,2,'3,4',5',6-hexachloorbifenyl
- '2,2,'3,4',5,5',6-heptachloorbifenyl
- '2,2,'3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyl
- '2,2,'3,4,4',5-hexachloorbifenyl
- '2,2,'3,4,4'-pentachloorbifenyl
- '2,2,'3,4,5'-pentachloorbifenyl
- '2,2,'3,4,5,5'-hexachloorbifenyl
- '2,2,'3,5,5',6-hexachloorbifenyl
- '2,2,'4,4',5,5' '-hexachloorbifenyl
- '2,2,'4,4'-tetrachloorbifenyl

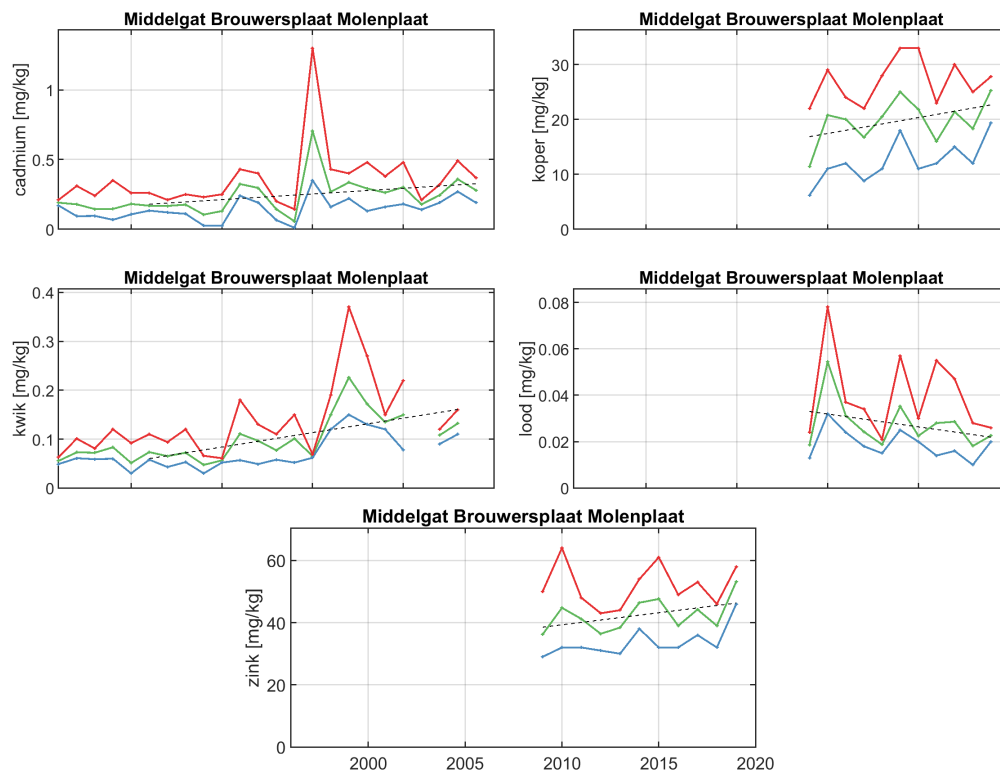


Figure 197: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van diverse metalen in bot bij Middelgat, Brouwersplaat, Molenplaat in de Westerschelde. Metaal in bot wordt sinds 1996 ingemeten (start van de grafiek).

Table 75: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van de gesommeerde hoeveelheid PCB's in bot ug/kg bij Middelgat, Brouwersplaat, Molenplaat in de Westerschelde berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
\Sigma PCBs [ug/kg]	879	2528	228	-19.3	0.06

- '2,2,'4,5'-tetrachloorbifenyyl
- '2,2,'4,5,5'-pentachloorbifenyyl
- '2,2,'5,5'-tetrachloorbifenyyl
- '2,3,'4,4',5-pentachloorbifenyyl
- '2,3,3,'4',6-pentachloorbifenyyl
- '2,3,3,'4'-tetrachloorbifenyyl
- '2,3,3,'4,4',5-hexachloorbifenyyl
- '2,3,3,'4,4'-pentachloorbifenyyl
- '2,4,'5-trichloorbifenyyl
- '2,4,4'-trichloorbifenyyl
- Som PCB138 en PCB163

Voor de PCB's is het lastig om een uitspraak te doen over een trend, aangezien de grafiek grote fluctuaties over de tijd laat zien. In 2007 en 2010 waren de gesommeerde waarden bijvoorbeeld relatief hoog. De PCB met het grootste aandeel in de gesommeerde waarde is '2,2','4,4','5,5"-hexachloorbifenyyl met een jaarlijksgemiddelde waarde van 1000 $\mu\text{g}/\text{kg}$. De gemiddelde, minimale en maximale jaarlijks gesommeerde waarden voor PCB's zijn te vinden in Tabel 75.

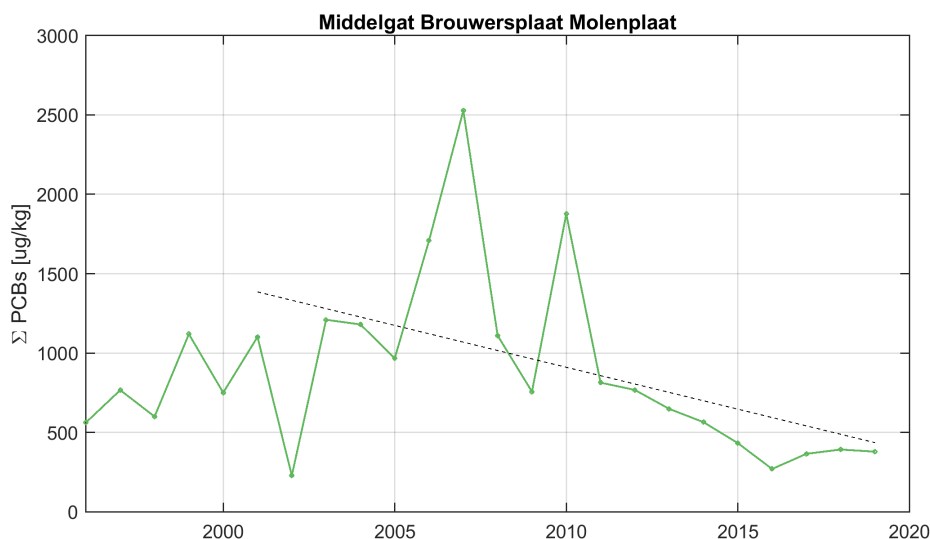


Figure 198: Jaarlijks gesommeerde waarden van PCB's in ug/kg in bot bij Middelgat, Brouwersplaat, Molenplaat in de Westerschelde.

7.2.3 Polybroomdifenyylethers (PBDE's)

De polybroomdifenyylethers (PBDE's) zijn gemeten in de lever van bot. De volgende PBDE's zijn gesommeerd in Figuur 199 (in ug/kg Natgewicht (Lever) in Organisme (biota)):

- 2,2',4,4',5,5'-hexabroomdifenyylether

Table 76: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van de gesommeerde hoeveelheid PBDE's in bot $\mu\text{g}/\text{kg}$ bij Middelgat, Brouwersplaat, Molenplaat in de Westerschelde berekend op alle beschikbare data vanaf 2010.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
\Sigma PBDEs [$\mu\text{g}/\text{kg}$]	11.8	61.8	2.6	-3.1	0.88

- 2,2',4,4',5-pentabroomdifenyylether
- 2,2',4,4',6-pentabroomdifenyylether
- 2,2',4,4'-tetrabroomdifenyylether

Omdat er maar enkele datapunten zijn, kan er moeilijk een harde uitspraak worden gedaan over de hoeveelheden PBDE's in bot. Ten opzichte van 2010 lijkt er een daling op te treden van $4 \mu\text{g}/\text{kg}$ per jaar, een daling die een sterke correlatie kent. Dit hangt samen met de incidentele waarde van 2000. De gemiddelde, minimale en maximale jaarlijks gesommeerde waarden voor PBDE's zijn te vinden in Tabel 76.

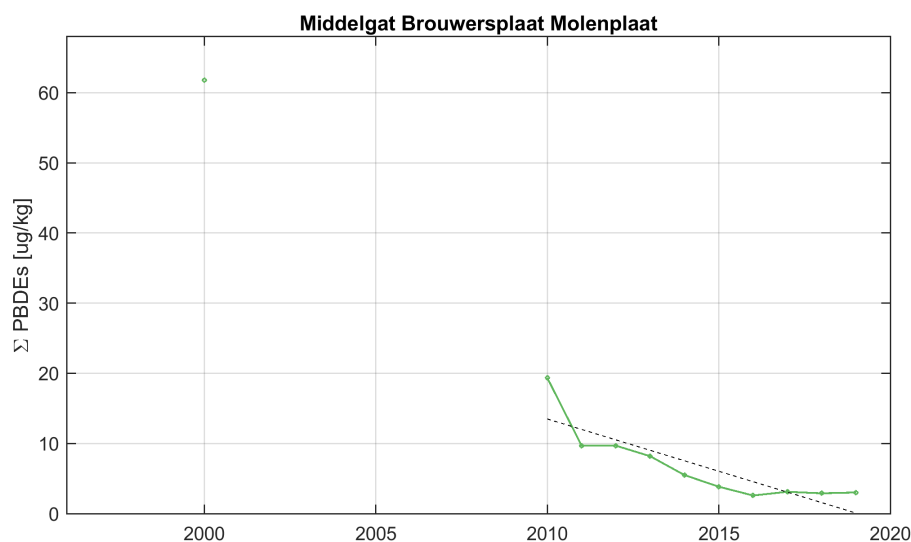


Figure 199: Jaarlijks gesommeerde waarden van PBDE's in bot bij Middelgat, Brouwersplaat, Molenplaat in de Westerschelde.

7.2.4 Organochloorbestrijdingsmiddelen

Figuur 200 en Tabel 77 laat de waarden voor hexachloorbenzeen en hexachloorbutadieen in bot bij Middelgat, Brouwersplaat, Molenplaat in de Westerschelde zien.

- De gemiddelde hoeveelheden hexachloorbenzeen (HCB) in bot varieerde voor 2012 rond de $2 \mu\text{g}/\text{kg}$ met uitschieters richting de $8 \mu\text{g}/\text{kg}$. In 2012 is er een erg hoge waarde van $20 \mu\text{g}/\text{kg}$ gemeten, maar in de daaropvolgende jaren is deze waarde weer afgenomen. In 2016 is een lichte verdere daling waargenomen, wat ervoor zorgt dat de hoeveelheid hexachloorbenzeen stabiliseert rond de $1 \mu\text{g}/\text{kg}$.
- Hexachloorbutadieen wordt pas sinds 2009 gemeten, waardoor het lastig is iets te zeggen over een trend. Tot op heden zitten er grote fluctuaties over tijd in de gehalten hexachloorbutadieen in bot.

Table 77: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het gehalte organochloorbestrijdingsmiddelen in ug/kg in bot bij Middelgat, Brouwersplaat, Molenplaat in de Westerschelde berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Hexachloorbenzeen	2.55	22.0	0.14	-0.034	0.02
Hexachloorbutadieen	0.50	2.2	0.10	-0.020	0.04

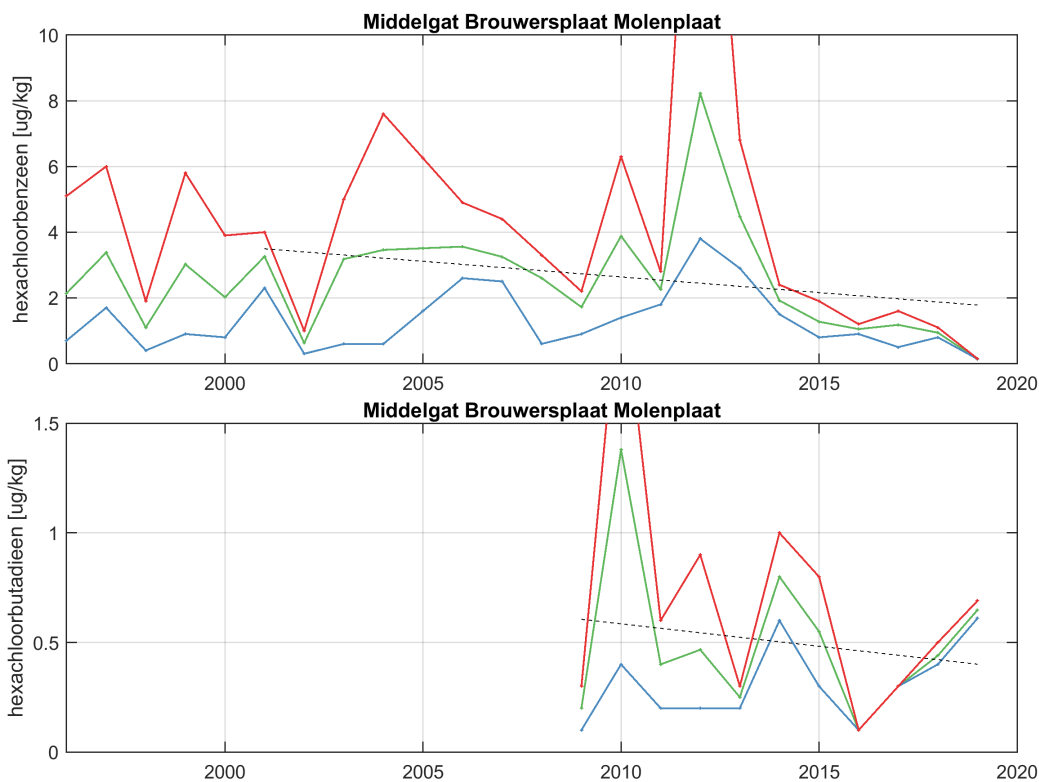


Figure 200: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) van twee type organochloorbestrijdingsmiddelen in bot bij Middelgat, Brouwersplaat, Molenplaat in de Westerschelde.

Table 78: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het gehalte arseen in mg/kg (drooggewicht) berekend op alle beschikbare data vanaf 1996. Metingen voor Hoedekenskerke boei 4, Hooge Platen en Knuitershoek zijn omgerekend van nat naar drooggewicht (aangegeven met een sterretje).

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Hansweert boei OHMG	11.51	14.30	9.24	-0.274	0.08
Vlissingen boei SSVH	12.16	15.00	9.69	-0.519	0.26
Hoedekenskerke boei 4*	8.40	17.48	5.37	0.471	0.34
Hooge Platen*	13.60	16.87	8.73	1.003	0.28
Knuitershoek*	12.75	15.96	7.29	0.760	0.73

7.3 Mosselen

Voor de analyse van verontreinigingen in mossel is bij de actieve monitoring (uithangen op locaties Hansweert boei OHMG en Vlissingen boei SSVH) steeds een gehalte in drooggewicht gegeven. Bij de passieve monitoring (Hoedekenskerke boei 4, Hooge Platen, Knuitershoek) wordt het gehalte in natgewicht omgerekend naar drooggewicht. Van de Hooge Platen zijn minder gegevens beschikbaar dan van de andere stations. Locatie Knuitershoek is pas sinds 2011 opgenomen in de monitoring.

Bij veel stations is er slechts beperkt data beschikbaar (een meetpunt per jaar) waardoor de gemiddelde, minimum en maximale waarde van het desbetreffende jaar allemaal dezelfde waarde hebben. Tot en met 2013 wordt voor het merendeel van de stations het merendeel van de parameters ingemeten. In de jaren daarna (2014 en 2015) worden niet alle, in deze Eerstelijnsrapportage gepresenteerde, parameters meer overal ingemeten. Andere parameters, bijvoorbeeld Cesium 134, worden overal nog wel bepaald. Voor station Knuitershoek worden alle parameters gepresteerd in deze Eerstelijnsrapportage vanaf 2011 weergegeven. Dit is dus niet het geval voor andere stations.

7.3.1 Metalen

7.3.1.1 Arseen De gehalten arseen (zie Figuur 201) schommelen rond de 10 tot 15 mg/kg (zie Tabel 78). In de metingen in drooggewicht, bij Vlissingen boei SSVH, neemt de hoeveelheid arseen af. Bij de metingen in natgewicht (omgerekend naar drooggewicht; Hoedekenskerke boei 4, Hooge Platen en Knuitershoek) nemen de arseengehaltes toe. Deze toename heeft enige significantie bij Knuitershoek waar de hoeveelheid arseen met 1.5 µg/kg per jaar toeneemt. Deze geobserveerde trend heeft een hoge correlatiecoëfficiënt.

7.3.1.2 Cadmium Bij cadmium (zie Figuur 202) zit er een groot verschil in de waarden actieve versus passieve verworven, zoals te zien is in Tabel 79. Bij actieve monitoring hangen korven met mosselen in het water, terwijl bij passieve monitoring mosselen in contact staan met de bodem. Accumulatie van cadmium in de bodem kan op deze manier ook tot hogere cadmiumgehalten in mosselen leiden. Bij Hansweert boei OHMG neemt cadmium toe, met een beperkte correlatie. Verder is er een grote variatie tussen de verschillende meetstations en jaren te zien. Station Knuitershoek laat een flinke stijging van de hoeveelheid cadmium zien, een stijging die ook statistisch significant is.

7.3.1.3 Chroom De gehalten chroom (zie Figuur 205) in mosselen in drooggewicht variëren gemiddeld tussen en 2 en 4 mg/kg (zie Tabel 80). Bij station Hansweert boei OHMG en Hoedekenskerke boei 4 zijn uitschieters richting de 15 mg/kg gemeten (in verschillende jaren). Er is geen significante trend waarneembaar voor geen van de stations.

7.3.1.4 Koper Het gehalte koper in mossel (zie Figuur 206) varieert gemiddeld rond de 9-13 mg/kg (zie Tabel 81). Er zijn op de meeste stations geen temporele trends voor koper, behalve bij Knuitershoek waar

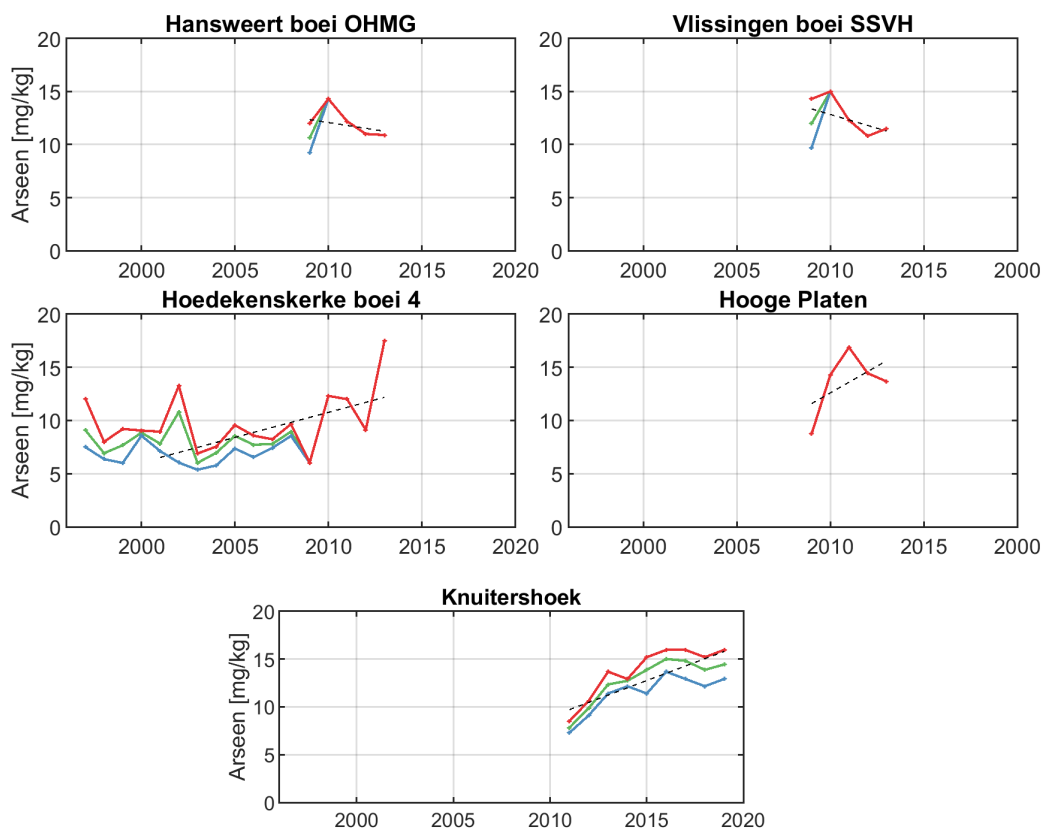


Figure 201: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) voor arseen in mosselen (nat en droog) voor meerdere stations. Waardes zijn in drooggewicht gepresenteerd.

Table 79: Gemiddelde, minimale en maximale waardes van het gehalte cadmium in mg/kg (drooggewicht) berekend op alle beschikbare data vanaf 1996. Metingen voor Hoedekenskerke boei 4, Hooge Platen en Knuitershoek zijn omgerekend van nat naar drooggewicht (aangegeven met een sterretje).

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Hansweert boei OHMG	1.11	2.10	0.44	0.053	0.33
Vlissingen boei SSVH	0.53	1.00	0.34	0.003	0.01
Hoedekenskerke boei 4*	6.15	10.75	0.52	-0.028	0.01
Hooge Platen*	1.81	2.36	1.44	-0.057	0.06
Knuitershoek*	8.46	11.40	1.52	-0.337	0.27

Table 80: Gemiddelde, minimale en maximale waardes van het gehalte chroom in mg/kg (drooggewicht) berekend op alle beschikbare data vanaf 1996. Metingen voor Hoedekenskerke boei 4, Hooge Platen en Knuitershoek zijn omgerekend van nat naar drooggewicht (aangegeven met een sterretje).

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Hansweert boei OHMG	3.06	15.00	1.24	-0.011	0.00
Vlissingen boei SSVH	2.95	6.30	1.09	-0.121	0.18
Hoedekenskerke boei 4*	4.26	17.54	1.56	-0.279	0.31
Hooge Platen*	2.05	2.74	1.60	-0.178	0.30
Knuitershoek*	3.68	7.60	1.75	-0.157	0.15

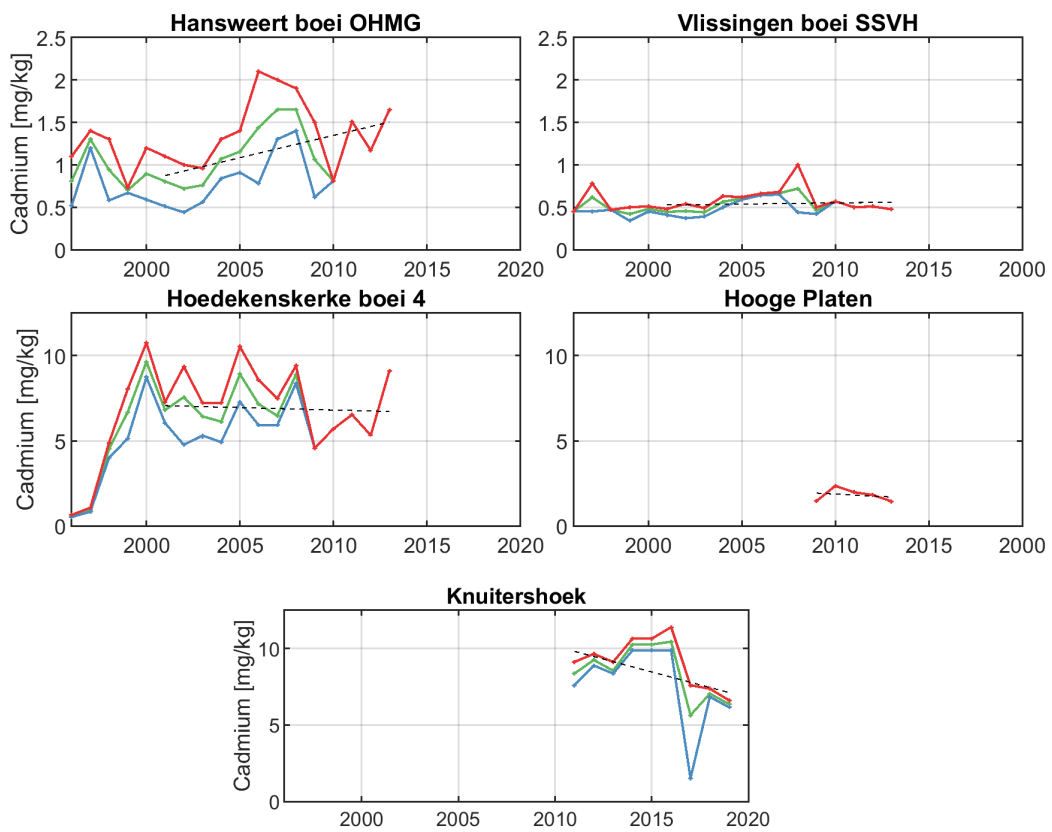


Figure 202: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) voor cadmium in mosselen (nat en droog) voor meerdere stations. Waardes zijn in drooggewicht gepresenteerd.

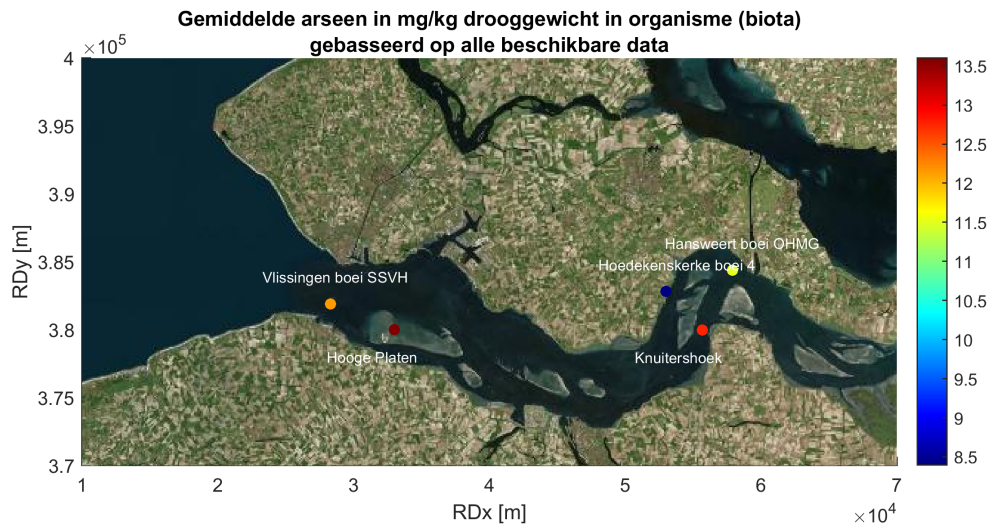


Figure 203: Gemiddelde arseen in mosselen per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

het kopergehalte van 2009 tot 2017 in mosselen toeneemt, maar in 2018 weer daalt en bij Vlissingen waar het kopergehalte juist wat afneemt.

7.3.1.5 Kwik Gemiddeld zit er 0,2 mg/kg kwik in het drooggewicht van mosselen in de Westerschelde (zie Figuur 209 en Tabel 82). Er zijn geen duidelijke trends te herkennen op de meeste stations. Alleen bij station Knuitershoek wordt een stijging in kwik in mosselen in de periode 2011-2017 gemeten met een beperkte correlatie.

7.3.1.6 Lood Er zit zo'n 3 tot 5 mg/kg lood in het drooggewicht van mosselen in de Westerschelde (zie Tabel 83). Er lijkt een licht dalende trend in de metingen te zitten van 0.06 tot 0.24 mg/kg per jaar bij Hansweert boei OHMG, Vlissingen boei SSVH en Hooze Platen. Bij Hansweert boei OHMG en Vlissingen boei SSVH is de detectiegrens van 2 mg/kg inmiddels bereikt, zie Figuur 210. Bij station Knuitershoek lijkt

Table 81: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het gehalte koper in mg/kg (drooggewicht) berekend op alle beschikbare data vanaf 1996. Metingen voor Hoedekenskerke boei 4, Hooze Platen en Knuitershoek zijn omgerekend van nat naar drooggewicht (aangegeven met een sterretje).

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Hansweert boei OHMG	12.90	84.00	7.00	-0.300	0.01
Vlissingen boei SSVH	8.78	14.00	6.80	-0.152	0.29
Hoedekenskerke boei 4*	10.28	15.31	4.02	0.007	0.00
Hooze Platen*	11.32	12.92	9.88	0.155	0.04
Knuitershoek*	12.62	19.00	8.36	0.497	0.42

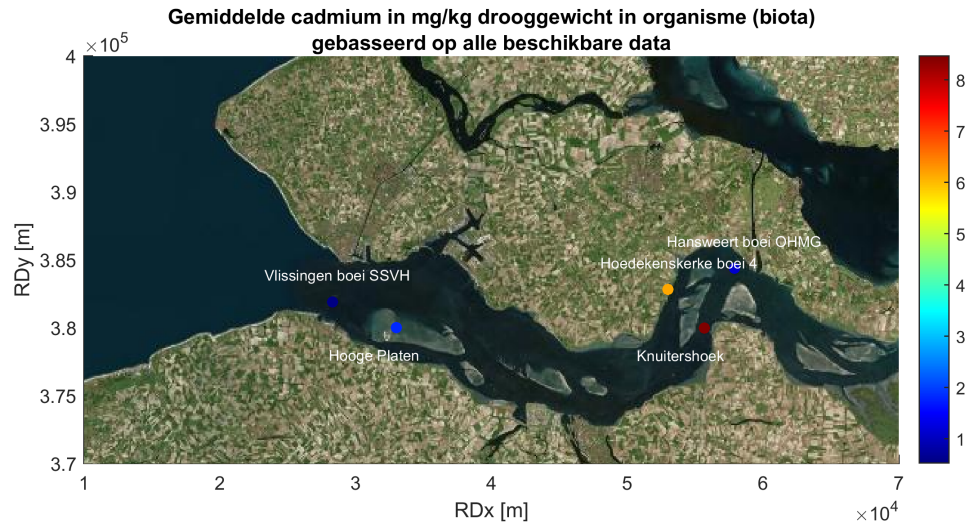


Figure 204: Gemiddelde cadmium in mosselen per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Table 82: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het gehalte kwik in mg/kg (drooggewicht) berekend op alle beschikbare data vanaf 1996. Metingen voor Hoedekenskerke boei 4, Hooge Platen en Knuitershoek zijn omgerekend van nat naar drooggewicht (aangegeven met een sterretje).

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Hansweert boei OHMG	0.22	0.44	0.13	0.003	0.06
Vliissingen boei SSVH	0.20	0.31	0.13	-0.001	0.01
Hoedekenskerke boei 4*	0.24	0.36	0.14	0.000	0.00
Hooge Platen*	0.21	0.35	0.14	0.002	0.00
Knuitershoek*	0.21	0.33	0.10	0.000	0.00

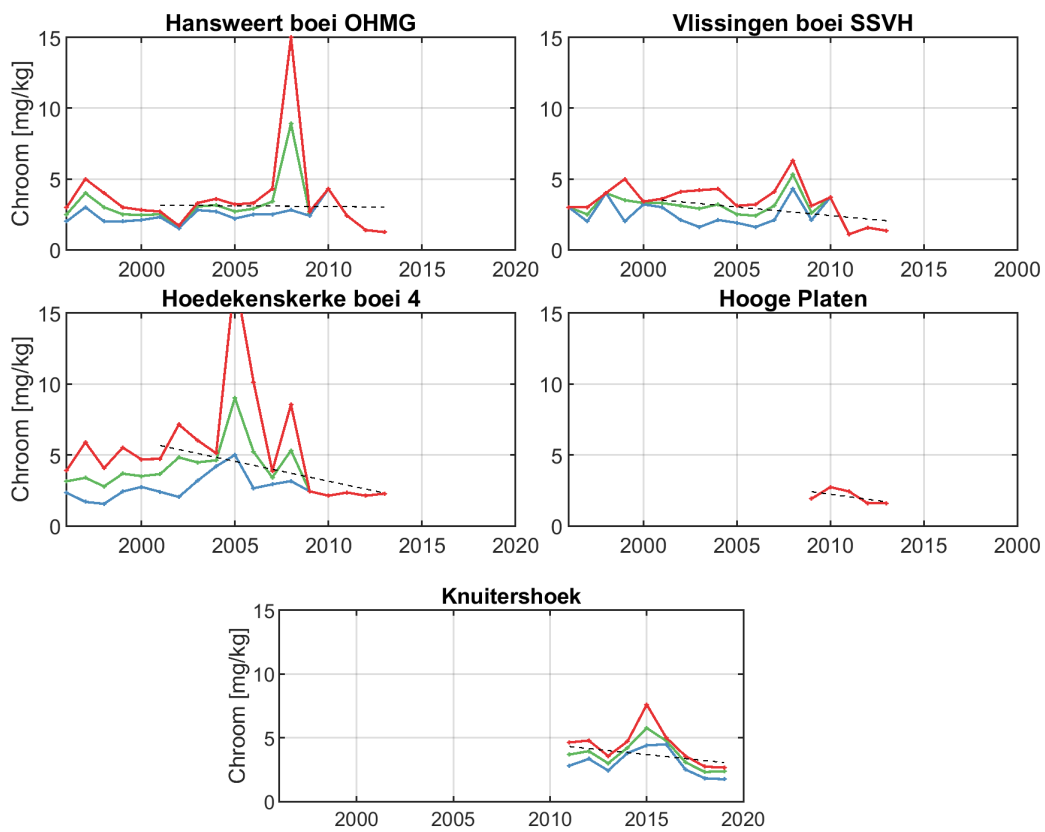


Figure 205: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) voor chroom in mosselen (nat en droog) voor meerdere stations. Waardes zijn in drooggewicht gepresenteerd.

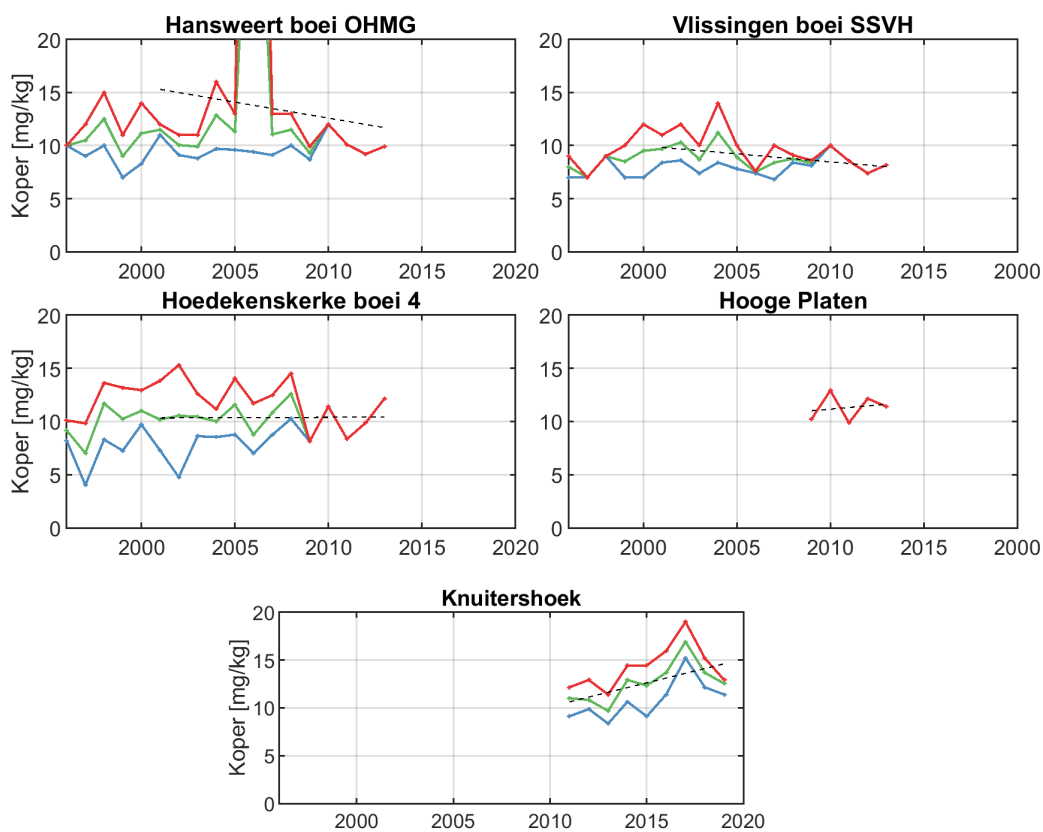


Figure 206: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) voor koper in mosselen (nat en droog) voor meerdere stations. Waardes zijn in drooggewicht gepresenteerd.

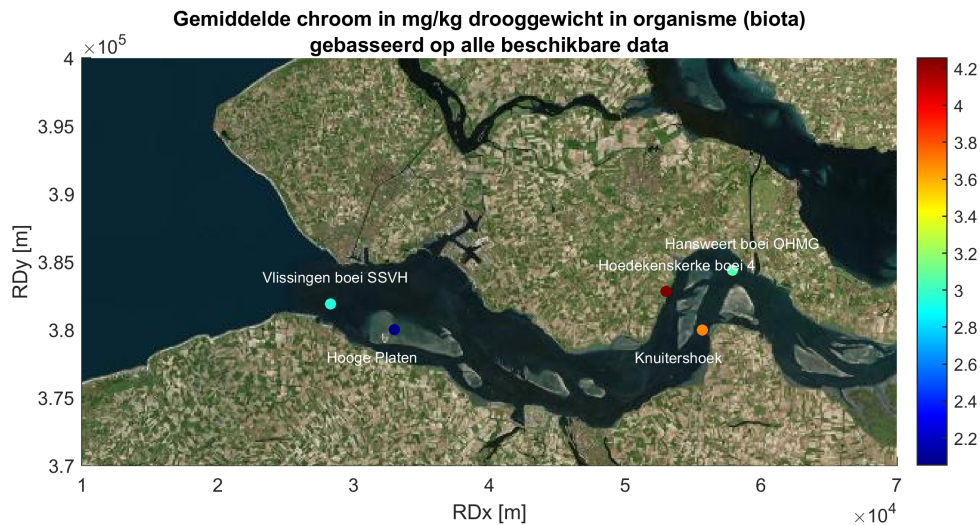


Figure 207: Gemiddelde chroom in mosselen per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

een afname plaats te hebben gevonden van 2011 t/m 2018, maar er is geen significante trend waar te nemen. Daarnaast is de waarde in 2019 weer toegenomen.

7.3.1.7 Nikkel De gehalten nikkel (zie Figuur 213) schommelen tussen de 2 tot 6 mg/kg (zie Tabel 84). In de metingen in drooggewicht (Hansweert boei OHMG en Vliissingen boei SSVH) en natgewicht (omgerekend naar drooggewicht; Hoedekenskerke boei 4, Hooge Platen) lijken de nikkelgehalten iets af te nemen. Het station Knuitershoek is een uitzondering met een stijgende hoeveelheid voor nikkel in mosselen tot 2015, al is er een afname gemeten ten opzichte van 2015 in 2016, 2017, 2018 en 2019.

7.3.1.8 Zink De gehalten zink variëren zowel over de meetstations als over de tijd. Bij Hoedekenskerke boei 4 en Knuitershoek zijn de gehalten van zink het hoogst (zie Tabel 85) en zitten er uitschieters in de dataset. Bij Hoedekenskerke boei 4, Vliissingen boei SSVH en Hooge platen neemt de hoeveelheid zink af

Table 83: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het gehalte lood in mg/kg (drooggewicht) berekend op alle beschikbare data vanaf 1996. Metingen voor Hoedekenskerke boei 4, Hooge Platen en Knuitershoek zijn omgerekend van nat naar drooggewicht (aangegeven met een sterretje).

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Hansweert boei OHMG	3.59	6.00	2.00	-0.057	0.05
Vliissingen boei SSVH	3.27	5.50	2.00	-0.096	0.25
Hoedekenskerke boei 4*	4.81	8.42	0.70	-0.236	0.62
Hooge Platen*	2.92	3.65	2.28	-0.242	0.39
Knuitershoek*	3.75	6.38	1.37	-0.259	0.42

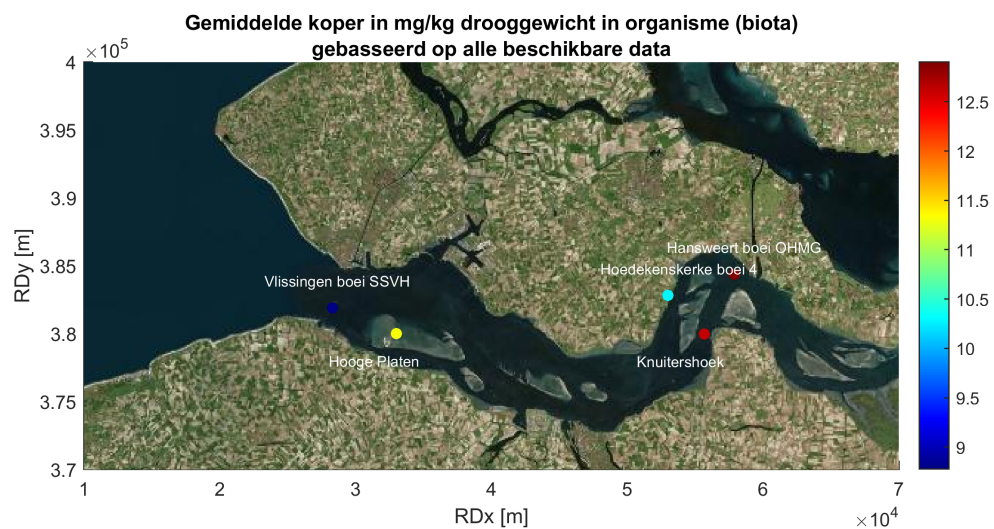


Figure 208: Gemiddelde koper in mosselen per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Table 84: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het gehalte nikkel in mg/kg (drooggewicht) berekend op alle beschikbare data vanaf 1996. Metingen voor Hoedekenskerke boei 4, Hooge Platen en Knuitershoek zijn omgerekend van nat naar drooggewicht (aangegeven met een sterretje).

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Hansweert boei OHMG	3.54	6.00	2.00	-0.098	0.28
Vliissingen boei SSVH	2.69	5.00	1.39	-0.114	0.40
Hoedekenskerke boei 4*	5.39	12.11	2.89	-0.184	0.32
Hooge Platen*	3.53	4.63	2.66	-0.217	0.17
Knuitershoek*	4.73	6.99	3.12	-0.082	0.10

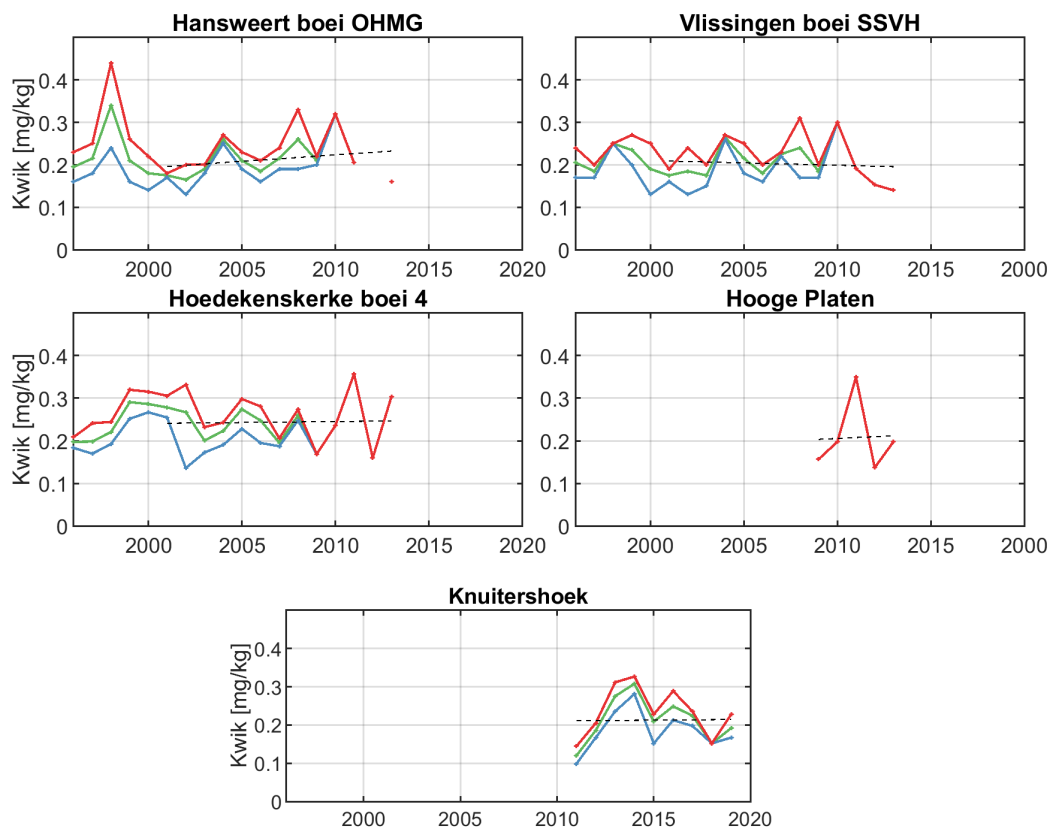


Figure 209: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) voor kwik in mosselen (nat en droog) voor meerdere stations. Waardes zijn in drooggewicht gepresenteerd.

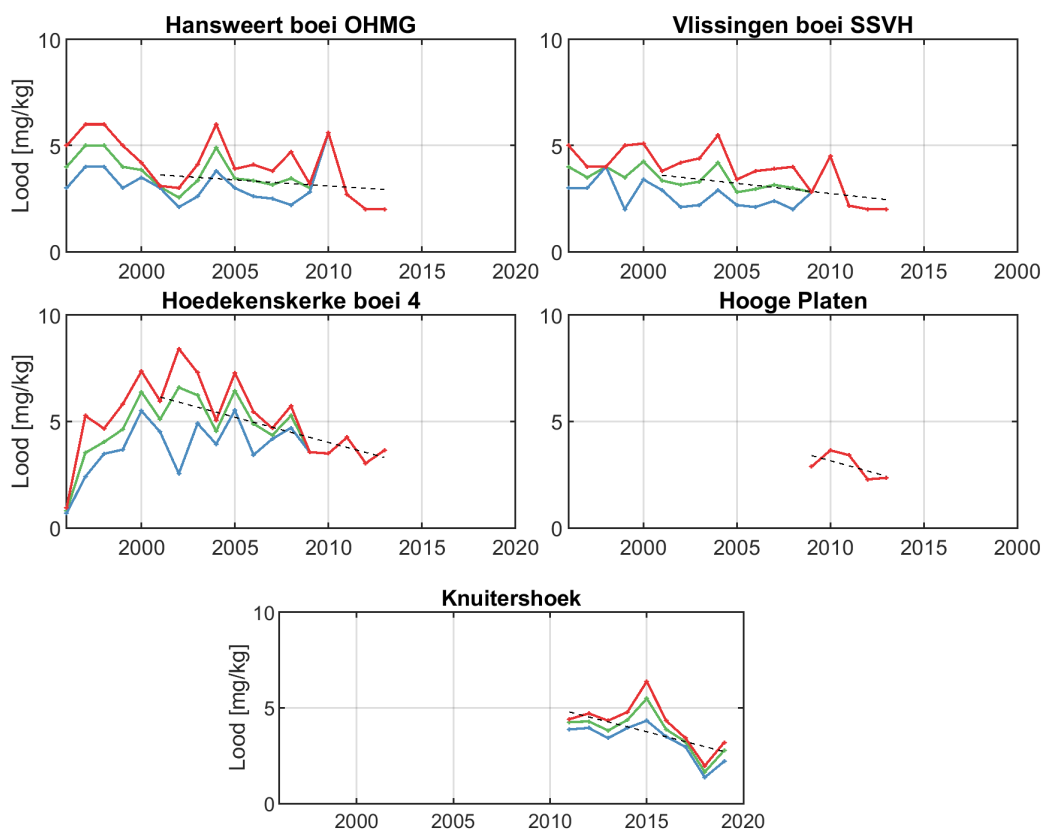


Figure 210: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) voor lood in mosselen (nat en droog) voor meerdere stations. Waardes zijn in drooggewicht gepresenteerd.

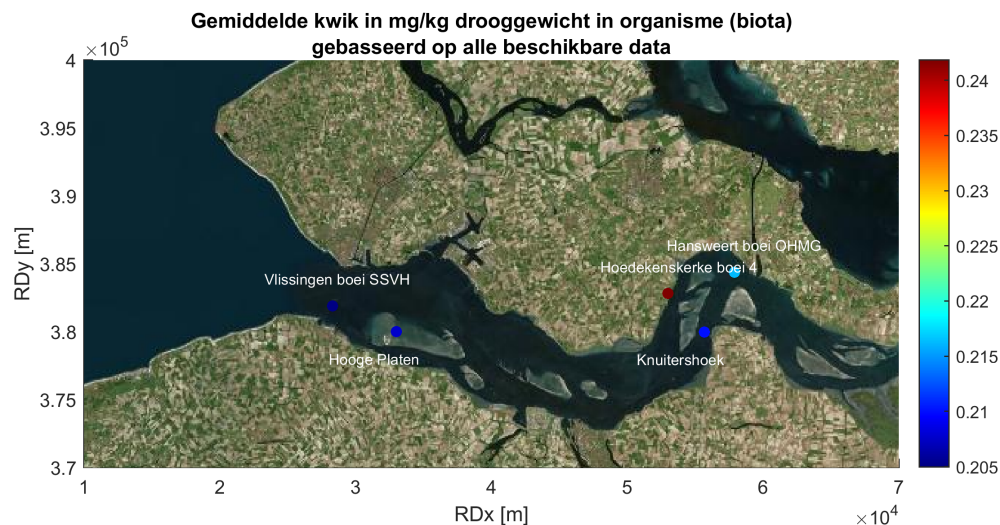


Figure 211: Gemiddelde kwik in mosselen per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

in de tijd, deze trend heeft een lage of matige correlatie, zie Figuur 214. Bij Knuitershoek neemt zink in mosselen af met een matige correlatie.

7.3.2 Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's)

Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's) behoren tot een groep van enkele honderden organische stoffen die zijn opgebouwd uit twee of meer benzeenringen. Het zijn hydrofobe, (veelal) vaste stoffen, waarbij afhankelijk van de toename in het molecuulgewicht (aantal benzeenringen) onderscheid gemaakt wordt tussen een beperkt aantal "vluchtige" (bijvoorbeeld naftaleen) en de overige grote meerderheid van "niet-vluchtige" PAK's (bijvoorbeeld benzo(a)pyreen).

Naast de verschillen in fysisch-chemische eigenschappen, zijn er onderling grote verschillen in risico's voor mensen en ecosystemen. Voor het vaststellen van risico's worden daarom veelal één of meerdere PAK's

Table 85: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het gehalte zink in mg/kg (drooggewicht) berekend op alle beschikbare data vanaf 1996. Metingen voor Hoedeekenskerke boei 4, Hooge Platen en Knuitershoek zijn omgerekend van nat naar drooggewicht (aangegeven met een sterretje).

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Hansweert boei OHMG	115.69	165.00	81.90	-0.948	0.04
Vlissingen boei SSVH	96.45	145.00	68.00	-2.048	0.44
Hoedeekenskerke boei 4*	238.41	428.57	69.64	-8.080	0.38
Hooge Platen*	106.18	113.97	98.77	-2.089	0.38
Knuitershoek*	193.12	243.14	129.17	-5.952	0.42

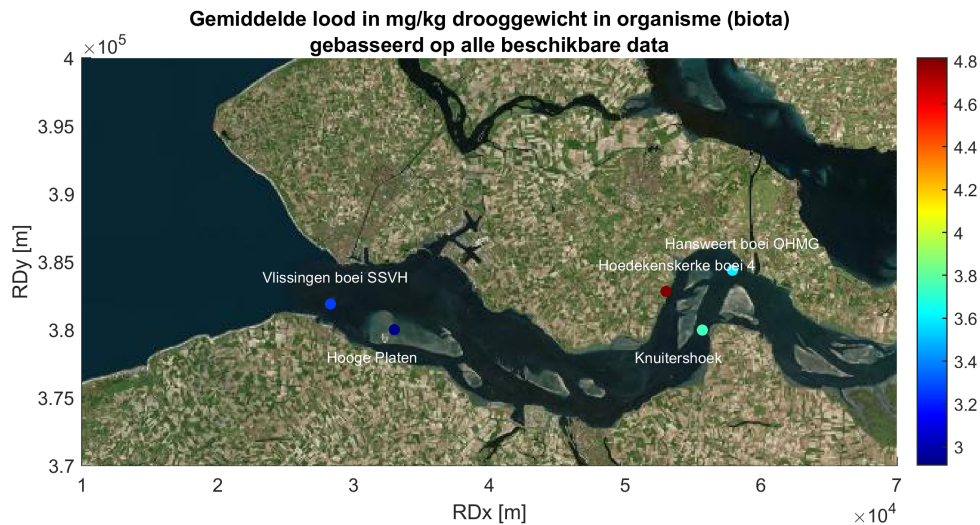


Figure 212: Gemiddelde lood in mosselen per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Table 86: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van van de 6 PAK's van Borneff in mossel bij Hoedekenskerke boei 4 en Knuitershoek berekend op alle beschikbare data vanaf 1996. Waardes zijn in natgewicht gepresenteerd.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Hansweert boei OHMG	38.4	38.4	38.4	-0.03	0.02
Hoedekenskerke boei 4	37.0	52.5	24.3	-0.02	0.04

geselecteerd als gidsstoffen voor de blootstelling aan PAK-mengsels. Hier is som van de concentraties van 6 PAK's ("de 6 van Borneff") gebruikt om de trends in ruimte en tijd te bekijken. De 6 PAK's van Borneff zijn: benzo[*a*]pyreen, benzo[*b*]fluorantheen, benzo[*g,h,i*]peryleen, benzo[*k*]fluorantheen, fluorantheen, indeno[*1,2,3-c,d*]pyreen.

Tussen 1995-2008 werden monsters bij Hoedenskerke boei 4 geanalyseerd op PAK. Sinds 2011 wordt dit gedaan bij Knuitershoek. Figuur 217 toont de gemeten gehalten van PAK's in mosselen (6 van Borneff) bij beide stations. De fluctuatie over tijd is groot en de gemiddelde waarde bij Hoedekenskerke verschilt niet significant met die bij Knuitershoek, zie Tabel 86. De hoeveelheid PAK's in mosselen namen af bij Hoedenskerke boei 4, maar lijken bij Knuitershoek sinds 2014 toe te nemen. De tijdreeks is echter nog te kort om harde uitspraken te doen over trends bij Knuitershoek.

7.3.3 Polychloorbifenylen (PCB's)

Voor de sommatie van polychloorbifenylen (PCB's) wordt een onderscheid gemaakt tussen de actieve en de passieve monitoring. Bij de actieve monitoring worden andere PCB's gemeten dan bij de passieve monitoring,

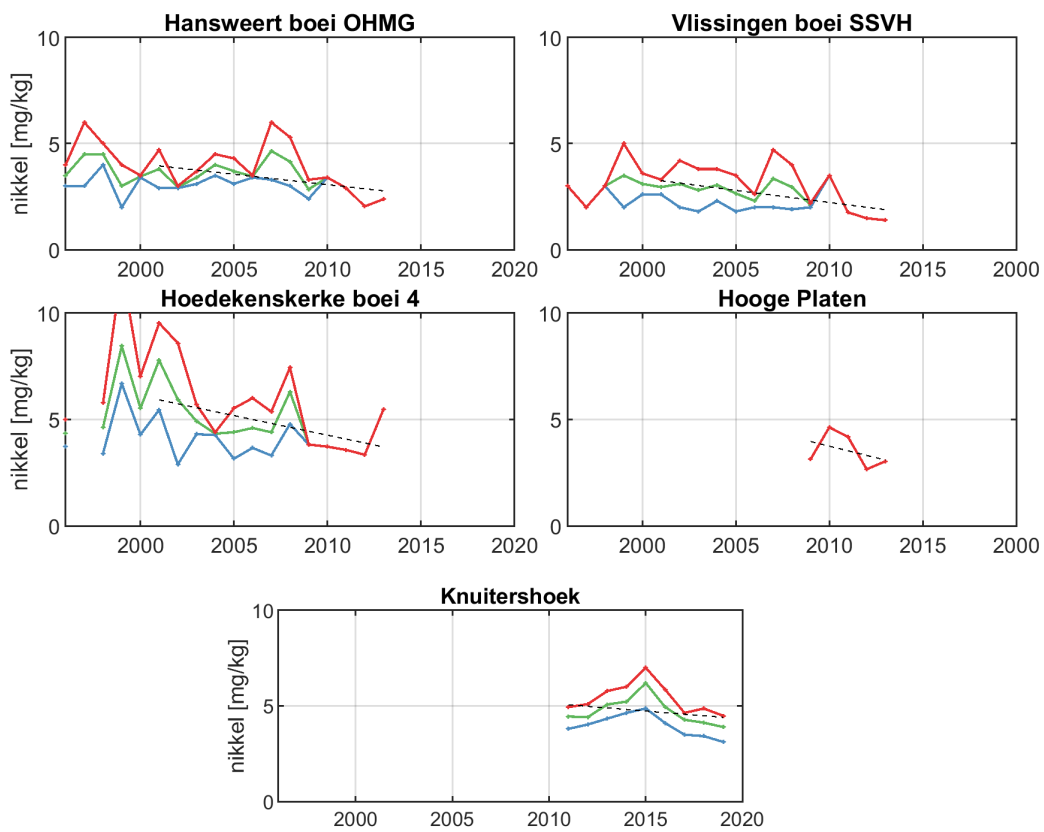


Figure 213: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) voor nikkel in mosselen (nat en droog) voor meerdere stations. Waardes zijn in drooggewicht gepresenteerd.

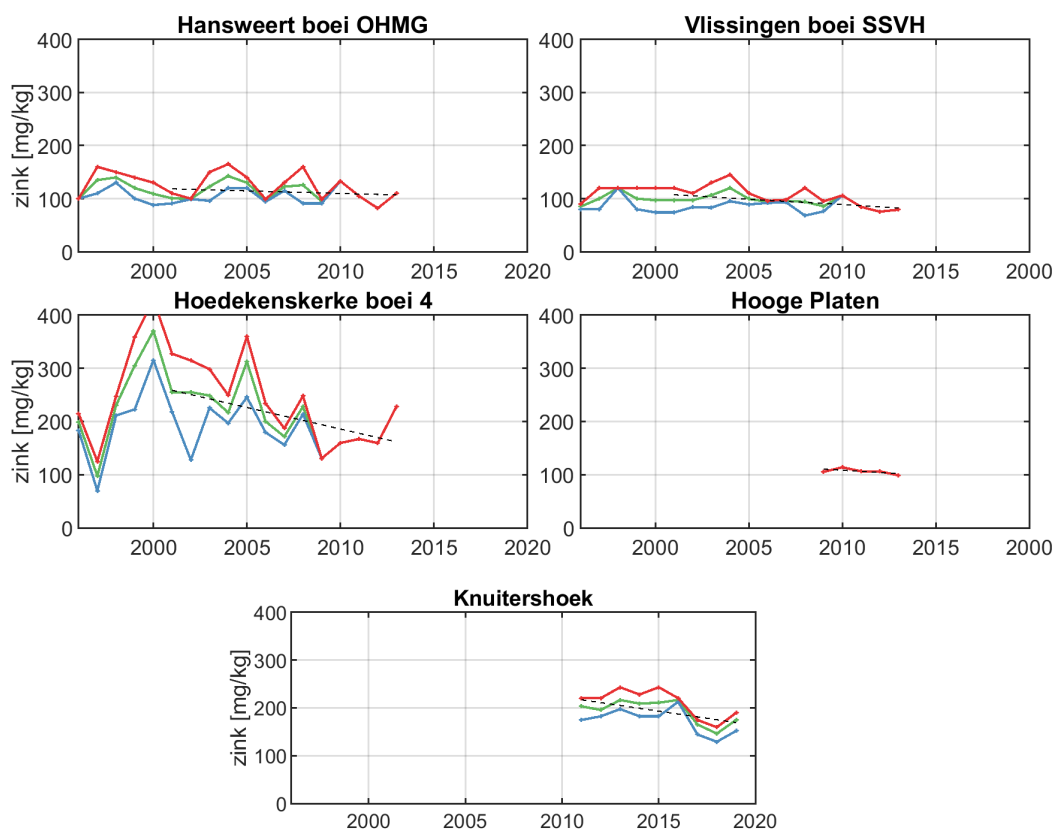


Figure 214: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) voor zink in mosselen (nat en droog) voor meerdere stations. Waardes zijn in drooggewicht gepresenteerd.



Figure 215: Gemiddelde nikkel in mosselen per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

en bij de passieve monitoring wordt alleen bij locatie Knuitershoek voldoende analyse van PCB's uitgevoerd dat een sommatie zinvol is.

De volgende polychloorbifenylen zijn regelmatig gemeten bij de actieve monitoring en worden gesommeerd weergegeven in ug/kg drooggewicht in organisme (biota):

- 2,2',3,3',4,4',5-heptachloorbifenyyl
- 2,2',3,4',5,5',6-heptachloorbifenyyl
- 2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyyl
- 2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyyl
- 2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyyl
- 2,2',5,5'-tetrachloorbifenyyl
- 2,2',5-trichloorbifenyyl
- 2,3',4,4',5-pentachloorbifenyyl
- 2,3,3',4,4'-pentachloorbifenyyl
- 2,4',5-trichloorbifenyyl
- 2,4,4'-trichloorbifenyyl

De volgende polychloorbifenylen zijn regelmatig gemeten bij de passieve monitoring (Knuitershoek) en worden gesommeerd weergegeven in ug/kg Natgewicht in Organisme (biota):

- 2,2',3,3',4,4',5,5',6-nonachloorbifenyyl
- 2,2',3,3',4,4',5,5'-octachloorbifenyyl

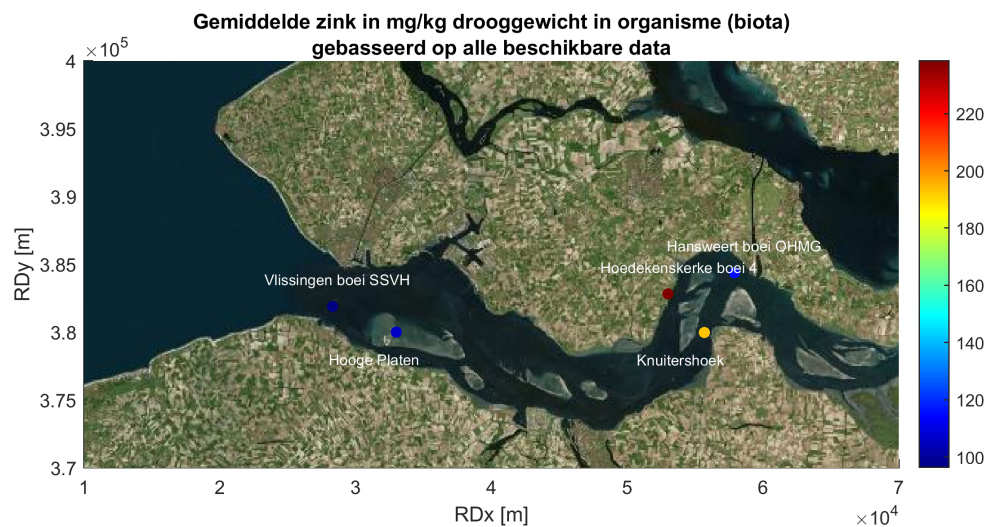


Figure 216: Gemiddelde zink in mosselen per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

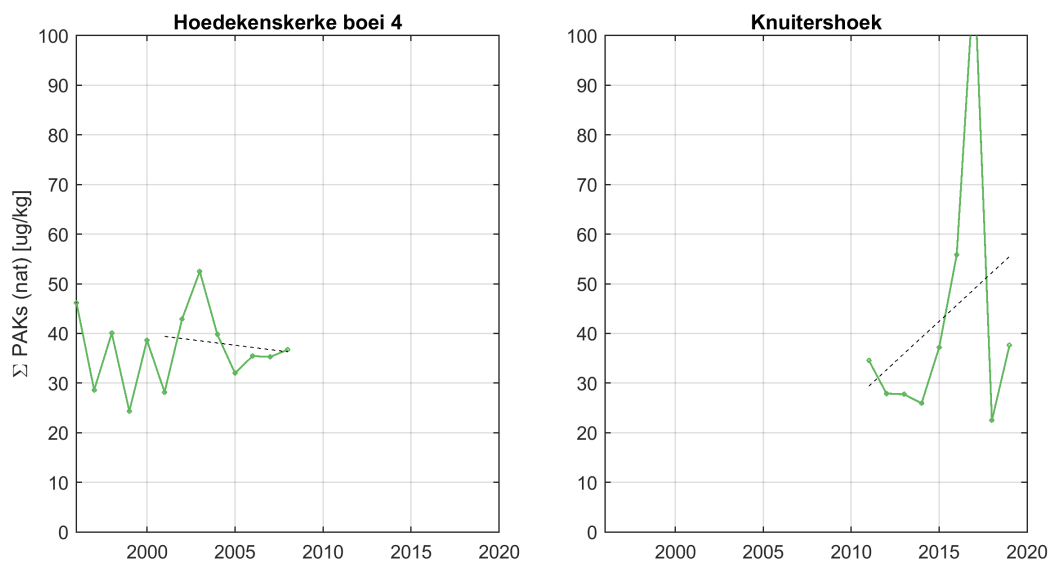


Figure 217: Jaarlijks gesommeerde waarde van de 6 PAK's van Borneff in mossel bij Hoedekenskerke boei 4 en Knuitershoek. Waardes zijn in natgewicht gepresenteerd.

- 2,2',3,3',5,5',6,6'-octachloorbifenyl
- 2,2',3,4',5',6-hexachloorbifenyl
- 2,2',3,4',5,5',6-heptachloorbifenyl
- 2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyl
- 2,2',3,4,4',5-hexachloorbifenyl
- 2,2',3,4,4'-pentachloorbifenyl
- 2,2',3,4,5'-pentachloorbifenyl
- 2,2',3,4,5,5'-hexachloorbifenyl
- 2,2',3,5,5',6-hexachloorbifenyl
- 2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyl
- 2,2',4,4'-tetrachloorbifenyl
- 2,2',4,5'-tetrachloorbifenyl
- 2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyl
- 2,2',5,5'-tetrachloorbifenyl
- 2,3',4,4',5-pentachloorbifenyl
- 2,3,3',4',6-pentachloorbifenyl
- 2,3,3',4'-tetrachloorbifenyl
- 2,3,3',4,4',5-hexachloorbifenyl
- 2,3,3',4,4'-pentachloorbifenyl
- 2,4',5-trichloorbifenyl
- 2,4,4'-trichloorbifenyl
- Som PCB138 en PCB163

De hoeveelheden PCB's nemen bij Hansweert boei OHMG en Vlissingen boei SSVH af in de tijd (Figuur 218). Daarnaast zijn de waarden bij het meer bovenstroomse station Hansweert boei OHMG groter dan bij Vlissingen boei SSVH. Bij de passieve monitoring (Knuitershoek) constateren we juist een stijging, zie Figuur 219, al heeft deze laatste trend een beperkte correlatie. De gesommeerde PCB waarden bij Knuitershoek zijn niet omgerekend van natgewicht naar drooggewicht, aangezien er bij passieve monitoring gedeeltelijk andere PCB's worden gesommeerd dan voor actieve monitoring. Een dergelijke omgerekende gesommeerde waarde zal dus niet leiden tot een mogelijke vergelijking tussen stations Hansweert boei OHMG en Vlissingen boei SSVH (actief gemeten) en Knuitershoek (passief gemeten).

Table 87: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van PCB's (nat en droog) in mossel bij diverse stations berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Variabele	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Hansweert boei OHMG	\Sigma PCBs (droog) [ug/kg]	214.8	310.7	146.7	-6.82	0.65
Vlissingen boei SSVH	\Sigma PCBs (droog) [ug/kg]	121.5	186.4	85.7	-3.73	0.58
Knuitershoeck	\Sigma PCBs (nat) [ug/kg]	239.5	322.0	169.0	0.55	0.00

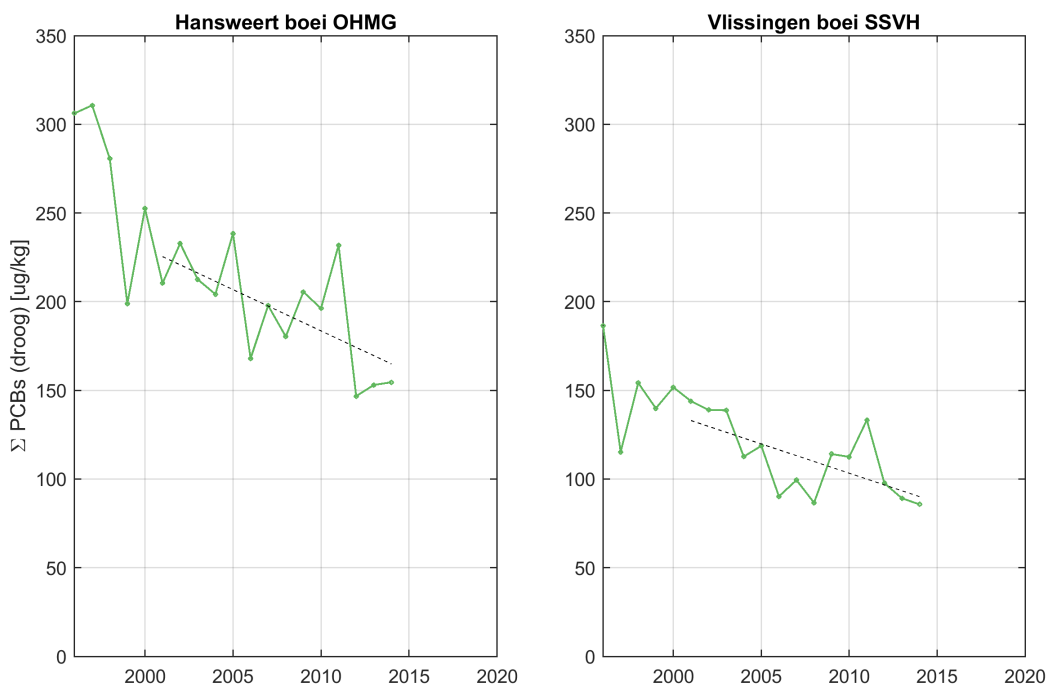


Figure 218: Jaarlijks gesommeerde waarde van de PCB's in mossel bij Hansweert boei OHMG en Vlissingen boei SSVH. Waardes zijn in drooggewicht gepresenteerd.

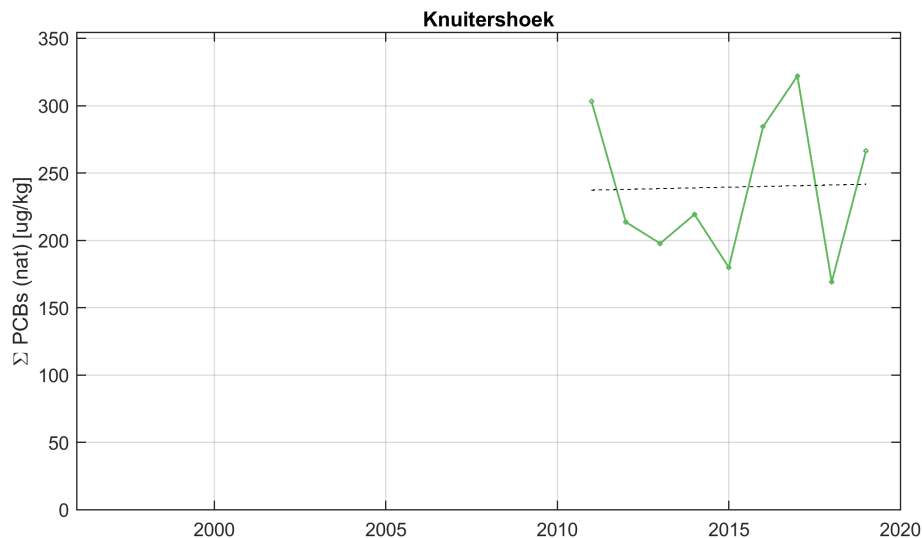


Figure 219: Jaarlijks gesommeerde waarde van de PCB's in mossel bij Hansweert boei OHMG en Vlissingen boei SSVH. Waardes zijn in natgewicht gepresenteerd.

7.3.4 Gebromeerde vlamvertragers (PBDE's)

De gebromeerde vlamvertragers (polybroomdifenylothers, PBDE's) zijn gemeten in mossel op de locatie Knuitershoek. Het betreft een passieve monitoring en de PBDE's zijn hier eveneens als sommatie weergegeven. De volgende PBDE's zijn gesommeerd in Figuur 220 en Tabel 88 in µg/kg Natgewicht in Organisme (biota):

- 2,2',3,4,4',5',6-heptabroomdifenylother
- 2,2',3,4,4'-pentabroomdifenylother
- 2,2',4,4',5,5'-hexabroomdifenylother
- 2,2',4,4',5-pentabroomdifenylother
- 2,2',4,4',6-pentabroomdifenylother
- 2,2',4,4'-tetrabroomdifenylother
- 2,3',4,4'-tetrabroomdifenylother
- 2,4,4'-tribroomdifenylother

Omdat er maar enkele datapunten zijn, kan er geen harde uitspraak worden gedaan over de hoeveelheden PBDE's in mossel. Na een kleine daling in 2014 was de waarden van 2015 weer rond de 0,4 - 0,5 µg/kg (vergelijkbaar met de waarde in 2012 en 2013). In 2016 en 2017 is de waarde verder toegenomen tot boven de 0,5 µg/kg. In 2018 en 2019 is er echter weer een afname tot ongeveer 0,3 µg/kg gemeten. Er is geen statistisch significante trend.

Table 88: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van PBDE's in mossel bij Knuitershoek berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Knuitershoek	0.46	0.84	0.27	-0.038	0.37

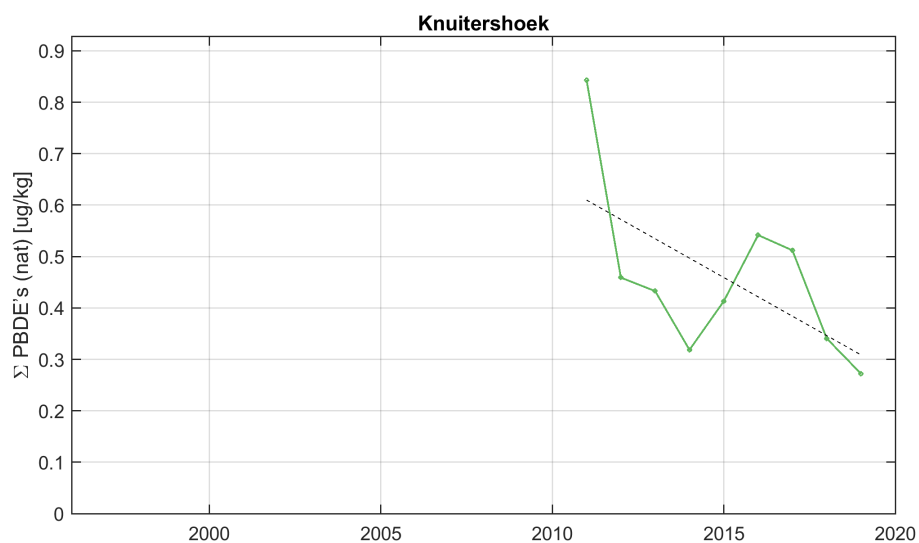


Figure 220: Jaarlijks gesommeerde waarde van de PBDE's in mossel bij Hansweert boei OHMG en Vlissingen boei SSVH. Waardes zijn in natgewicht gepresenteerd.

Table 89: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van PBDE's in mossel bij Knuitershoek berekend op alle beschikbare data vanaf 2001. Waardes zijn in drooggewicht gepresenteerd.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Hansweert boei OHMG	433	972.0	81.0	-73.8	0.89
Vlissingen boei SSVH	326	836.0	55.0	-61.2	0.87
Knuitershoek	174	339.8	80.1	-23.3	0.60

7.3.5 Organotinverbindingen

De organotinverbindingen (dibutyltin, difenyltin, monobutyltin, monofenyltin, trifenyltin, tributyltin) in mossel worden gesommeerd weergegeven. Bij de locaties Hansweert boei OHMG en Vlissingen boei SSVH (de actieve monitoring) wordt bij de metingen van difenyltin en monofenyltin regelmatig de detectiegrens bereikt. De sommatie van de waarden geeft hierdoor een hogere waarde dan in werkelijkheid (zie Tabel 89). Er is bij deze stations wel een duidelijke afnemende trend te zien, zie Figuur 221. Bij de locatie Knuitershoek (passieve monitoring; omgerekend van nat naar drooggewicht) is de waarde na 2015, na een uitschieter in 2014, weer gestabiliseerd rond 180 tot 200 $\mu\text{g}/\text{kg}$. De meetreeks is hier echter nog te kort om een zinnige uitspraak te doen over trends.

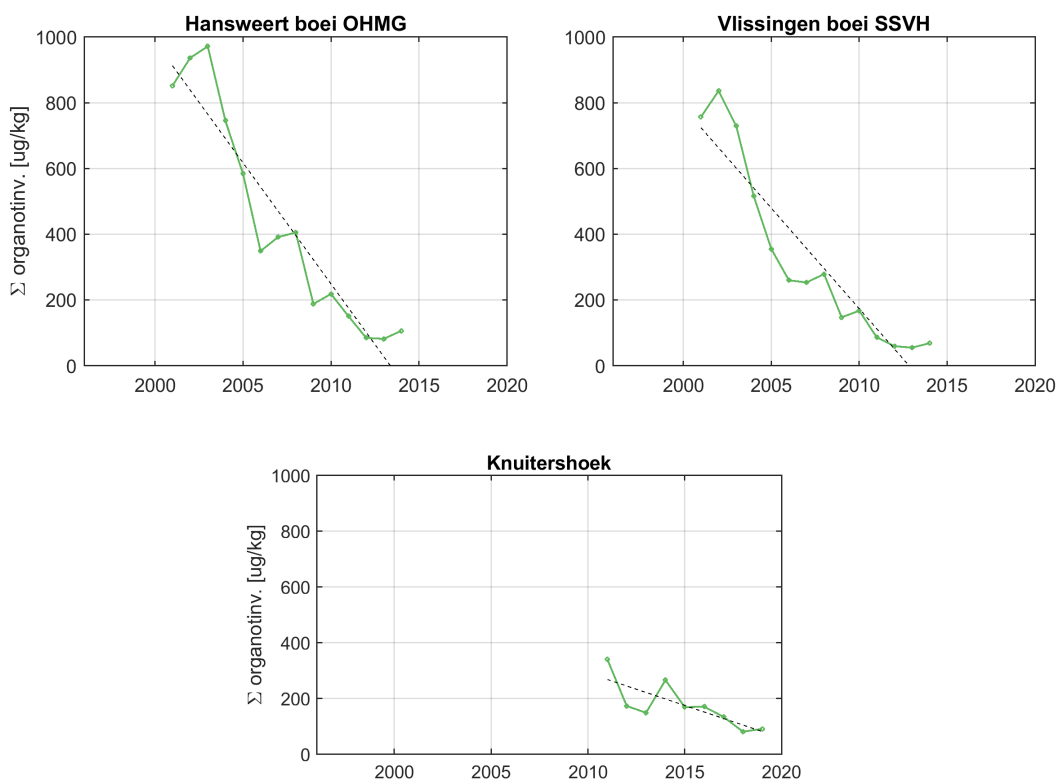


Figure 221: Jaarlijks gesommeerde waarde van de organotinverbindingen in mossel voor 3 stations in de Westerschelde. Waardes zijn in drooggewicht gepresenteerd.

7.3.6 Organochloorbestrijdingsmiddelen

7.3.6.1 Hexachloorbenzeen Voor hexachloorbenzeen (HCB) zien we bij Hansweert boei OHMG en Hoedekenskerke boei 4 en in mindere mate bij Vlissingen boei SSVH een daling van de hoeveelheden tot

Table 90: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het gehalte hexachloorbenzeen in ug/kg in in mosselen bij een aantal verschillende stations berekend op alle beschikbare data vanaf 1996. Waardes zijn in drooggewicht gepresenteerd.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Hansweert boei OHMG	0.61	1.80	0.30	-0.018	0.19
Vlissingen boei SSVH	0.41	0.90	0.20	0.002	0.01
Hoedekenskerke boei 4	0.71	4.46	0.09	-0.042	0.12
Hooge Platen	0.62	1.52	0.23	0.216	0.43
Knuitershoek	0.63	2.28	0.15	-0.010	0.00

Table 91: Gemiddelde, minimale en maximale waarden van het gehalte hexachloorbutadien in ug/kg in in mosselen bij een aantal verschillende stations berekend op alle beschikbare data vanaf 1996. Waardes zijn in drooggewicht gepresenteerd.

Station	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Trend	R
Hansweert boei OHMG	0.10	0.10	0.10	0.000	NaN
Vlissingen boei SSVH	0.10	0.10	0.10	0.000	NaN
Knuitershoek	0.43	1.52	0.05	0.044	0.08

ca. 2010, daarna zien we een lichte stijging. Vooral bij Vlissingen boei SSVH zijn de metingen beïnvloed door de detectiegrens van de meetapparatuur, bij andere stations is dit voor enkele jaren ook zo. Over de gehele periode is er geen significante trend, behalve bij Hooge Platen. De Hooge Platen wordt pas sinds 2009 bemeaten. Sindsdien is er een forse stijging waar te nemen (0,22 $\mu\text{g}/\text{kg}$), maar die is vooral beïnvloed door de meetwaarde van 2013. De orde grootte van de waarden is voor de meeste stations vergelijkbaar, alleen Hoedekenskerke boei 4 (2013), Hooge Platen (2013) en Knuitershoek (2013 en 2015) laten enkele hogere waarden zien, zie Tabel 90 en Figuur 222. In 2016 was de waarde van Knuitershoek weer in de orde grootte van de waarde in 2014 en de waardes voor 2013 maar vervolgens is de concentratie in 2017 weer op het niveau van 2012 en 2015 en in 2018 en 2019 weer afgenomen naar eerdere lage waardes. Er is bij Knuitershoek dus een grote variatie te zien.

7.3.6.2 Hexachloorbutadien

7.3.7 Hexachloorbutadien

De metingen van hexachloorbutadien (HxC1btDen) worden sinds 2011 gemeten bij Knuitershoek, Hansweert boei OHMG en Vlissingen boei SSVH. Vanaf 2015 wordt hexachloorbutadien alleen nog Knuitershoek gemeten.

Bij de actieve monitoring zijn de meetwaarden echter niet groter dan de detectiegrens, zie Tabel 91. Bij Knuitershoek fluctueert de hoeveelheid HxC1btDen over de tijd zonder een duidelijk waargenomen trend (Figuur 223).

8 Fytoplankton

8.1 Indeling soorten

De fytoplankton data bestaan uit bijna 500 verschillende soorten. Om deze toch op een compacte en zinvolle manier te kunnen presenteren en analyseren, wordt een indeling gemaakt, waarbij meerdere soorten gegroepeerd kunnen worden. In eerste instantie is een opdeling naar trofiegraad, autotroof of heterotroof,

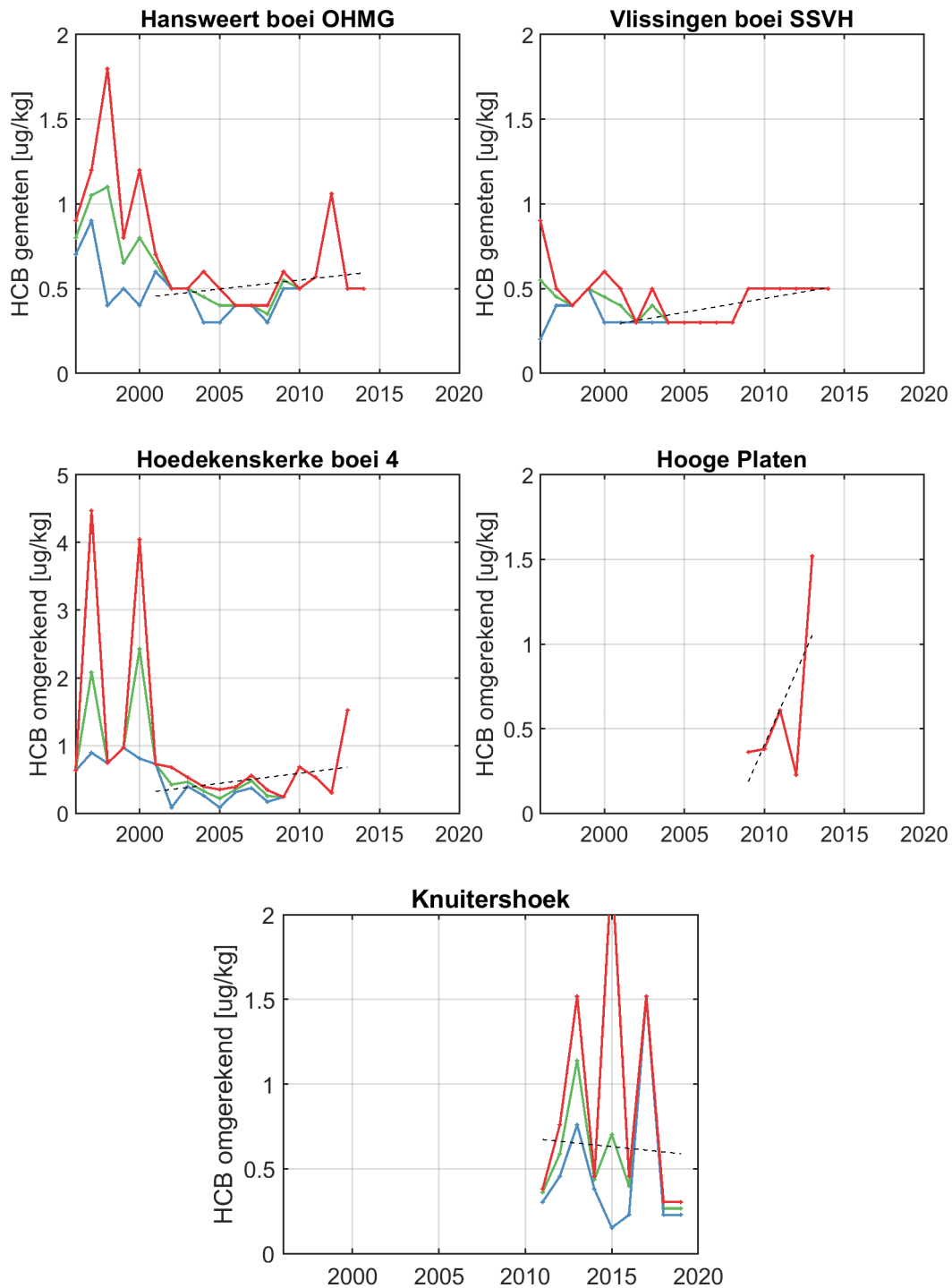


Figure 222: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) voor het gehalte hexachloorbenzeen in mosselen (nat en droog) voor meerdere stations. Waardes zijn in drooggewicht gepresenteerd.

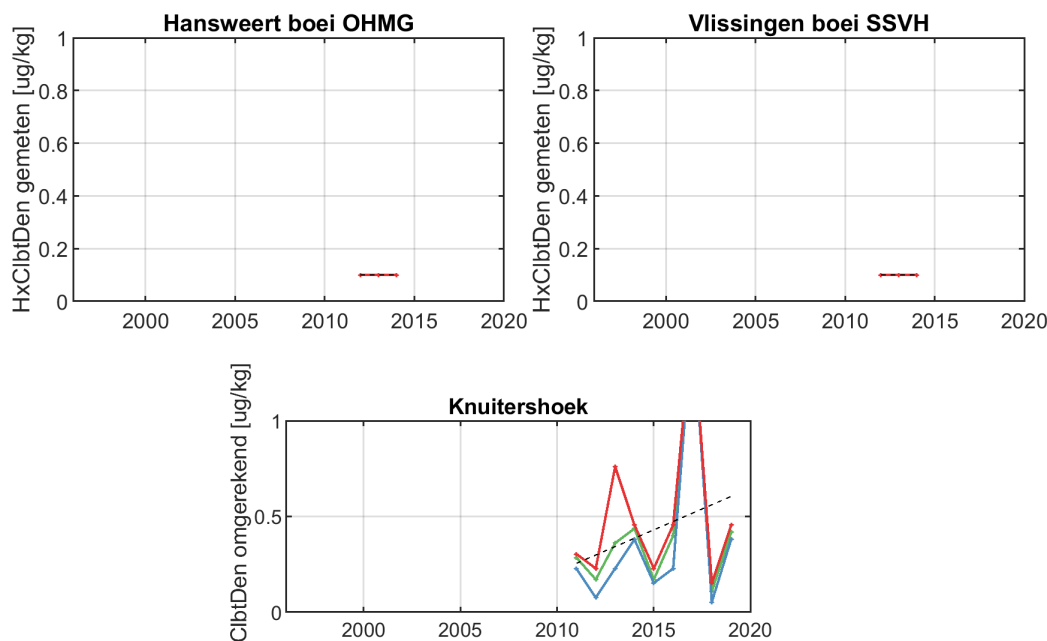


Figure 223: Jaarlijks gemiddelde (groen), minimum (blauw) en maximum (rood) voor het gehalte hexachloorbutadien in mosselen (nat en droog) voor meerdere stations. Waardes zijn in drooggewicht gepresenteerd.

voor de hand liggend. Er zijn echter ook groepen, vooral bij de ‘Dinoflagellaten’ (‘pantserwieren’), bijvoorbeeld de *Gymnodiniaceae*, waarbij het niet altijd duidelijk is wat de trofiegraad is. Daarmee bestaat er nog een derde categorie beide of onbekend, die we mixotroof noemen. Ook de (soms grote) groep onbepaalde algen valt in deze categorie.

Ook op taxonomisch niveau is een opdeling zinvol. De belangrijkste groep binnen het fytoplankton in de Westerschelde wordt gevormd door de ‘Diatomeeën’ oftewel ‘kiezelwieren.’ De ‘Dinoflagellaten’ oftewel ‘pantserwieren’ zijn wat betreft aantallen veel minder belangrijk. Een belangrijke voorjaarssoort in het mondingsgebied van de Westerschelde is *Phaeocystis Globosa*, die als aparte groep ‘Phaeocystis’ wordt meegenomen. Alleen op de locatie Schaar van Ouden Doel vormen grote aantallen ‘Blauwwieren’ en ‘Groenwieren’ soms een belangrijk deel van het fytoplankton, vandaar dat deze ook onderscheiden zijn. Voor de ‘Groenwieren’ is er van uitgegaan dat deze worden gevormd door de *Chlorophyceae*, de *Prasinophyceae* en de *Euglenophyceae* (Tomas (1997)), alhoewel (Hoek, den, and Jahns (1995)) de *Euglenophyceae* weer buiten de groenwieren plaatsen. Soorten die buiten de hierboven genoemde groepen vallen zijn samengenomen als de groep ‘Overig.’ Niet alle groepen zijn van hetzelfde taxonomische niveau, maar deze indeling is in eerste instantie wel de meest pragmatische. De heterotrofe organismen bevatten wel de heterotrofe ‘Dinoflagellaten,’ maar niet de ciliaten (met uitzondering van *Myrionecta Rubra*). *Myrionecta rubra* is een ciliaat (een dier, dus heterotroof) die in de geannoteerde soortenlijst 1990-2008 (Koeman et al. (2009)) toch als autotroof is ingedeeld vanwege de in het dier aanwezige endosymbiontische algen. Bij de verdere indeling is in de tabel (zie Bijlage C) *Myrionecta Rubra* geplaatst onder ‘Heterotroof - Overig.’

Bovenstaande leidt tot de volgende pragmatische indeling, gepresenteerd in Tabel 92. Deze indeling is opgesteld door Bert Wetsteijn (RWS-WVL).

Table 92: Groepsindeling fytoplankton. Getallen tussen haakjes is de nummering per gedetermineerde groep van deze Eerstelijnsrapportage.

Autotroof	Heterotroof	Mixotroof
Blauwwieren (1)	Dinoflagellaten (7)	Dinoflagellaten (9)
Diatomeeën (2)	Overig (8)	Overig (10)
Dinoflagellaten (3)		
Phaeocystis (4)		
Groenwieren (5)		
Overig (6)		

8.2 Informatie over de metingen

8.2.1 Stations en jaren

Fytoplankton is gemeten op de stations Schaar van Ouden Doel, Hansweert geul, Vlissingen boei SSVH, Walcheren 2 km uit de kust en Walcheren 20 km uit de kust, zie Figuur 224. Er is meetdata van meer dan 500 soorten fytoplankton over een periode van 1996 tot en met 2019 voor alle stations. Voor 2015 is geen data gemeten bij Walcheren 2 km uit de kust en Walcheren 20 km uit de kust.

Opvallend is dat bij ieder station na 2008 minder fytoplankton in de categorieën heterotroof en mixotroof overig is gemeten. Om de oorzaak vast te stellen is vervolgonderzoek noodzakelijk.

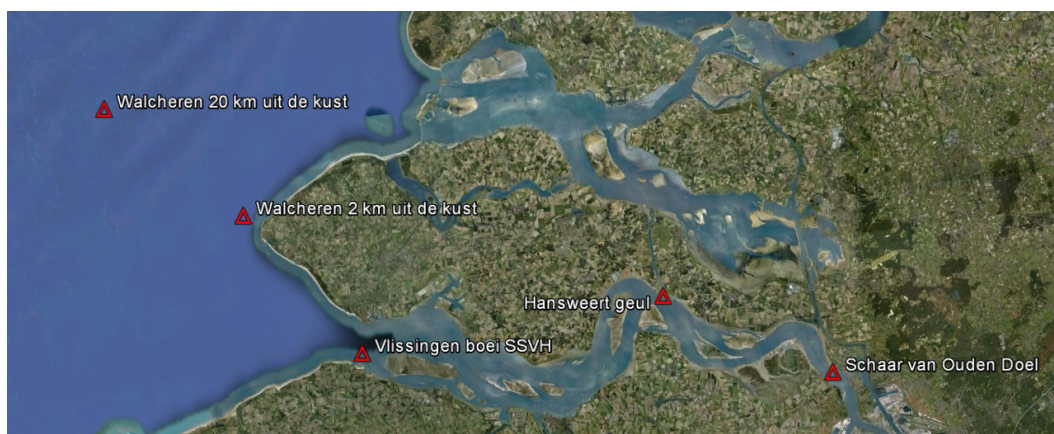


Figure 224: Ligging van de meetstations voor fytoplankton

8.2.2 Figuren

In de figuren worden per station de gesommeerde hoeveelheid algen per groep per jaar gepresenteerd. Het jaartotaal is de sommatie van zomer (groen)- en wintertotaal (rood). Het zomertotaal bevat de sommatie van alle algen in de groep in de zomerperiode (1 maart t/m 30 september). Het wintertotaal loopt van 1 januari tot en met 28 februari en van 1 oktober tot en met 31 december. Daarnaast is er een blauwe lijn toegevoegd die de gemiddelde waarde over de gehele periode weergeeft. Als kwantitatieve onderbouwing zijn ook tabellen met gemiddelde, minimale en maximale waarden per jaar toegevoegd.

8.2.3 Trendbreuk

Bij de interpretatie van de MWTL biomonitoringsgegevens fytoplankton zout dient rekening te worden gehouden met een trendbreuk. Deze trendbreuk wordt veroorzaakt doordat vanaf het monsterjaar 2000

Table 93: Jaarwaardes voor de tien fytoplanktongroepen bij station Schaar van Ouden Doel. Gesommeerde waardes zijn in miljoenen (10 M of 10^7 per L).

Groepsnaam	Gemiddelde	Maximum	Minimum
Autotroof - Blauwwieren	27.27	115.67	0.23
Autotroof - Diatomeeen	23.31	50.41	7.32
Autotroof - Dinoflagellaten	0.57	2.33	0.03
Autotroof - Groenwieren	49.31	185.11	1.97
Autotroof - Phaeocystis	0.36	0.71	0.06
Autotroof - overig	35.08	228.38	0.18
Heterotroof - Dinoflagellaten	0.02	0.07	0.00
Heterotroof - overig	7.44	27.54	0.14
Mixotroof - Dinoflagellaten	0.27	1.17	0.01
Mixotroof - overig	190.26	1358.69	1.24

de monsters door een ander bureau worden geanalyseerd en gerapporteerd dan in de periode daarvoor. Over deze trendbreuk wordt in verschillende stukken ingegaan (Peperzak (2010), Zuur et al. (2009)). Deze trendbreuk is duidelijk terug te zien de in figuren op de volgende pagina's.

8.3 Resultaten per station

8.3.1 Schaar van Ouden Doel

Bij Schaar van Ouden Doel zien we dat vooral de blauwwieren en groenwieren in hoge aantallen worden gevonden, deze groepen bevatten in de Westerschelde veel zoetwatersoorten (zie Tabel 93). De aantallen zijn het grootst in de zomer, zo laat het kleine verschil tussen het zomertotaal en jaartotaal zien (zie Figuur 225), groene vergeleken met rode balkjes). Phaeocystis worden incidenteel waargenomen bij Schaar van Ouden Doel, de saliniteit is te laag voor deze mariene soort. De diatomeeën laten in 2011 een grote piek zien. In 2018 is het aantal autotrofe Dinoflagellaten al een stuk minder dan in 2016 toen er een fors aantal waren gevonden. De trend lijkt echter nog wel aanwezig met een toename sinds 2008-2010. De trends van de overige autotrofe soorten lijken niet duidelijk aanwezig. De blauwwieren vormen in 2016 hierop de uitzondering en hiervan zijn er sinds 2014 duidelijk minder geconstateerd. De groenwieren laten in 2016 t/m 2019 een opvallend lage waarde zien ten opzichte van 2015. De overige heterotrofen laten vanaf circa 2003 een afname zien, die ook terug te zien is bij de groep mixotrofen.

8.3.2 Hansweert geul

Voor de blauwwieren bij Hansweert geul zien we ongeveer hetzelfde beeld als bij Schaar van Ouden Doel, wel zijn de aantallen veel lager, zie Tabel 94. Ook aantallen groenwieren zijn fors lager bij Hansweert geul. De groenwieren komen vooral in de zomer voor, de blauwwieren door het jaar heen, zie Figuur 226. Diatomeeën komen bij Hansweert geul juist weer meer voor dan bij Schaar van Ouden Doel. We zien over het algemeen dat de aanwezigheid van diatomeeën vrij constant over de tijd is (net als bij Schaar van Ouden Doel), alleen in 2009 en 2010 kwam deze groep minder voor. Phaeocystis komt incidenteel voor, enkel in de zomerperiode, maar wel in andere jaren dan bij Schaar van Ouden Doel en in veel grotere aantallen, omdat de saliniteit hoger is in Hansweert. In 2016 zijn er erg veel autotrofe dinoflagellaten bij Hansweert geul gevonden, na een negatieve trend sinds 2012. Aantallen zijn ongeveer gelijk aan die bij Schaar van Ouden Doel. Ze zijn voornamelijk waargenomen in de zomerperiode. De overige autotrofen komen vooral in de zomer voor en zijn sinds 2002 wel meer gaan voorkomen bij Hansweert geul. In de periode 2011 tot 2015 zijn er zeer veel overige autotrofe soorten waargenomen. De mixotrofe dinoflagellaten kwamen na 2 jaar van afwezigheid (2009 en 2010) de laatste 5 jaar gemiddeld voor. In 2016 is er weer een sterke afname. Daarvoor werden variërende aantallen gemeten. De overige heterotrofen zijn vooral aanwezig geweest tussen 2000 en 2008.

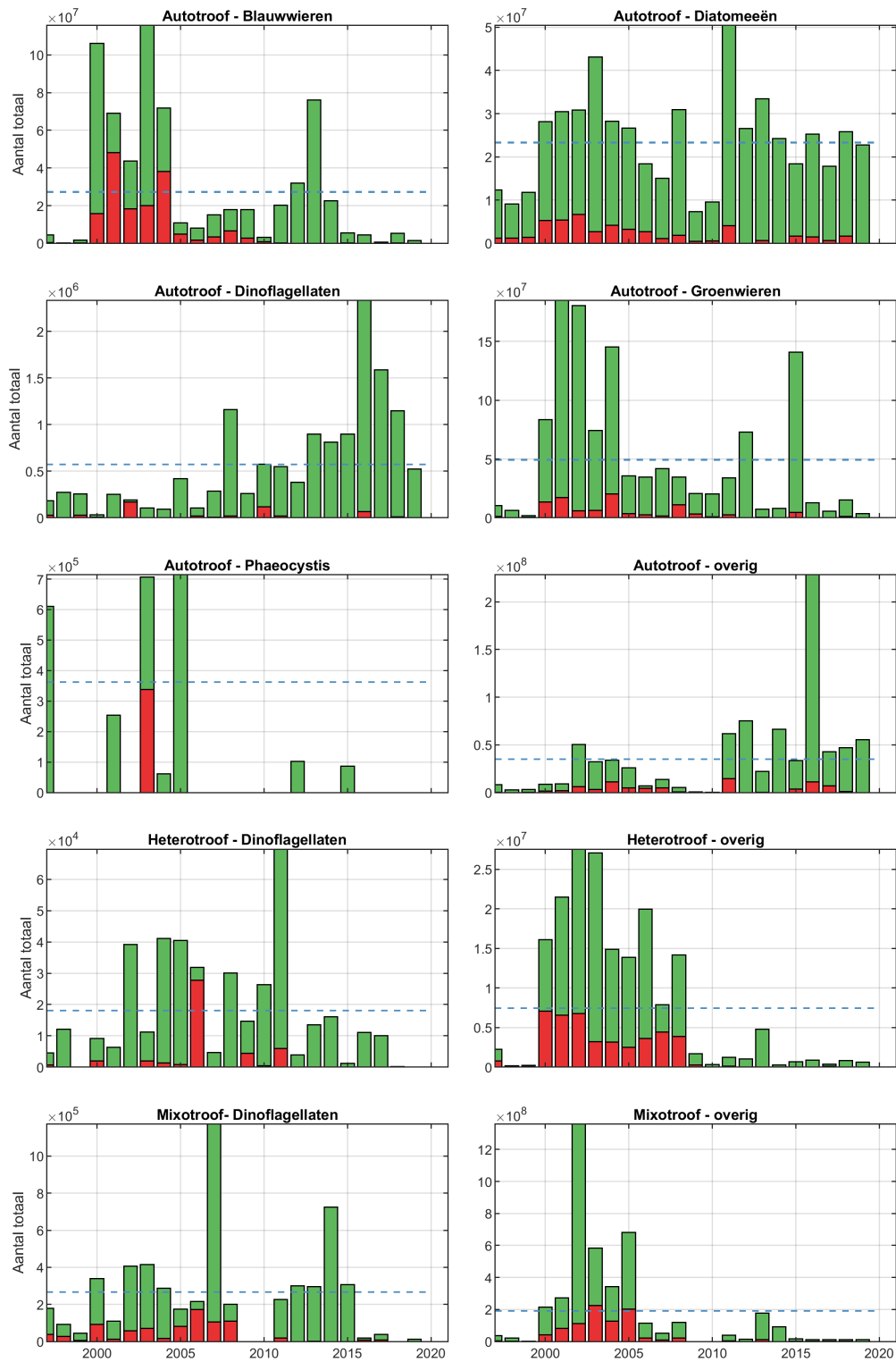


Figure 225: Jaarlijkse waarden voor fytoplankton in zomer (groen), winter (rood) en gemiddeld (blauw) voor station Schaar van Ouden Doel. De y-as representeert de maximaal gesommeerde gemeten waarde.

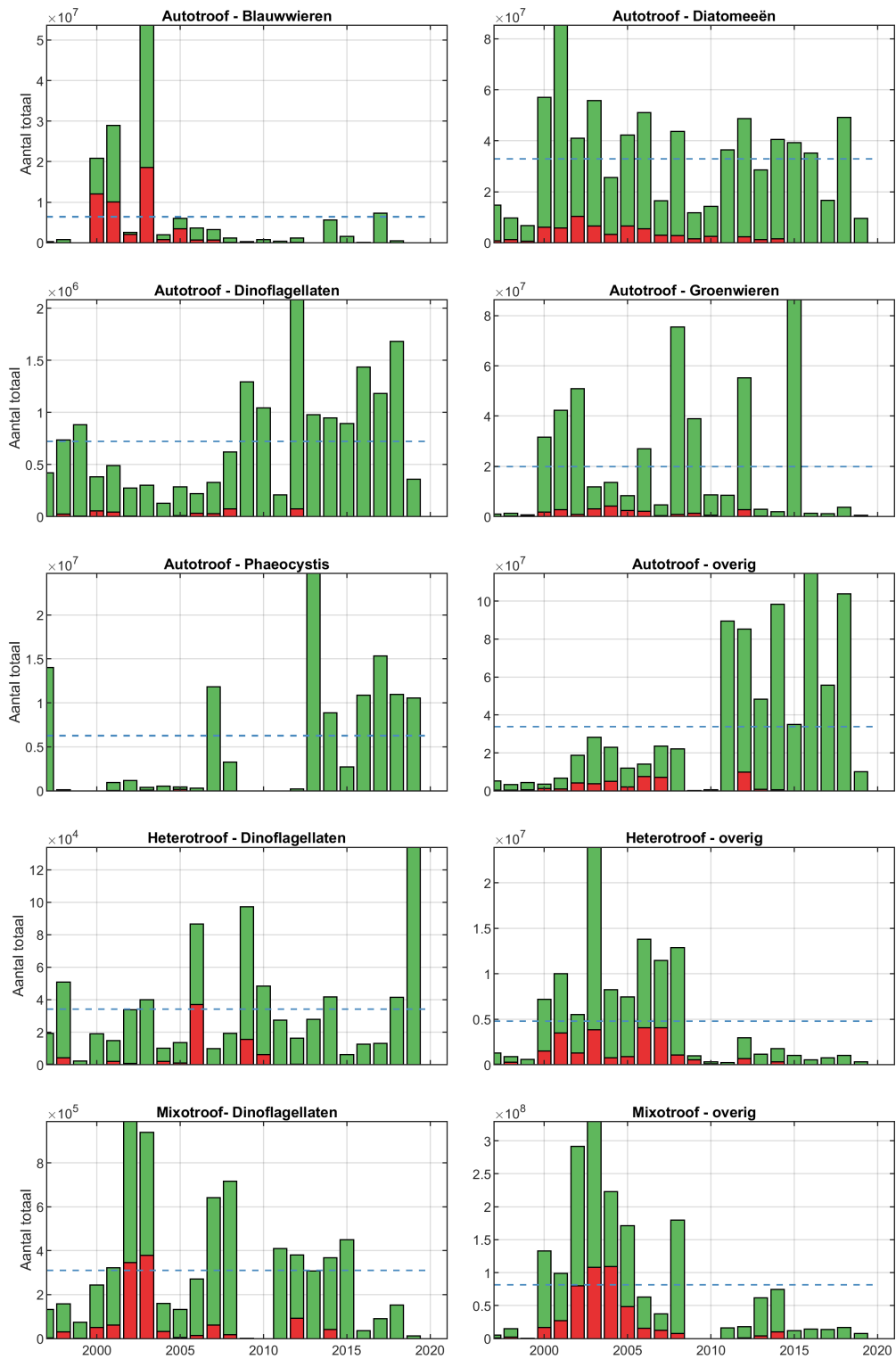


Figure 226: Jaarlijkse waarden voor fytoplankton in zomer (groen), winter (rood) en gemiddeld (blauw) voor station Hansweert geul. De y-as representeert de maximaal gesommeerde gemeten waarde.

Table 94: Jaarwaardes voor de tien fytoplanktongroepen bij station Hansweert Geul. Gesommeerde waardes zijn in miljoenen (10 M of 10^7 per L).

Groepsnaam	Gemiddelde	Maximum	Minimum
Autotroof - Blauwwieren	6.42	53.61	0.00
Autotroof - Diatomeeen	32.85	85.26	6.69
Autotroof - Dinoflagellaten	0.72	2.08	0.13
Autotroof - Groenwieren	19.94	86.36	0.50
Autotroof - Phaeocystis	6.28	24.71	0.14
Autotroof - overig	33.82	114.58	0.19
Heterotroof - Dinoflagellaten	0.03	0.13	0.00
Heterotroof - overig	4.80	23.92	0.23
Mixotroof - Dinoflagellaten	0.31	0.99	0.00
Mixotroof - overig	81.64	329.31	0.48

Table 95: Jaarwaardes voor de tien fytoplanktongroepen bij station Vlissingen boei SSVH. Gesommeerde waardes zijn in miljoenen (10 M of 10^7 per L).

Groepsnaam	Gemiddelde	Maximum	Minimum
Autotroof - Blauwwieren	0.69	6.52	0.00
Autotroof - Diatomeeen	40.54	119.19	3.97
Autotroof - Dinoflagellaten	0.54	1.63	0.07
Autotroof - Groenwieren	6.02	52.30	0.21
Autotroof - Phaeocystis	32.76	124.16	0.50
Autotroof - overig	29.72	236.10	0.22
Heterotroof - Dinoflagellaten	0.05	0.12	0.01
Heterotroof - overig	3.53	11.72	0.58
Mixotroof - Dinoflagellaten	0.62	2.33	0.06
Mixotroof - overig	66.44	327.10	0.02

8.3.3 Vlissingen boei SSVH

Bij Vlissingen boei SSVH vormen blauwwieren en groenwieren maar een hele kleine groep, zie Tabel 95. In 2003 respectievelijk 2002 is een piek waarneembaar, zie Figuur 227. De blauwwieren en groenwieren komen bij Vlissingen boei SSVH in veel mindere mate voor dan bij Schaar van Ouden Doel en Hansweert geul, doordat er hier meer mariene en minder zoetwatersoorten zijn. De diatomeeën variëren van jaar tot jaar komen vooral in de zomer voor. Sinds 2014 was er een positieve trend waarneembaar, maar in 2017 is deze doorbroken door een aanzienlijk lager aantal. In 2018 is de waarde wel weer terug naar ongeveer hetzelfde aantal als voor 2017, maar in 2019 is dit weer lager. Phaeocystis kwam hier meer voor dan bij Hansweert geul en Schaar van Ouden Doel. In 2012 is phaeocystis weer waargenomen bij Vlissingen boei SSVH na enkele jaren van afwezigheid, met een incidentele piek in 2013. In 2019 is weer een relatief hoog aantal vastgesteld. In 2012 en 2016 zien we in de zomer een piek in de autotrofe dinoflagellaten. De heterotrofe dinoflagellaten laten een vrij grote variabiliteit van jaar tot jaar zien zonder duidelijk aanwijsbare trend. Ook de Dinoflagellaten met mixotrofe trofiegraad laten geen duidelijke trend zien. De groep overig met autotrofe trofiegraad laat in 2016 een piek zien. De groep met mixotrofe trofiegraad is wel aanwezig in de periode 2011-2016, maar lang niet in zulke grote aantallen als in de periode 2000-2005.

8.3.4 Walcheren 2 km uit de kust

Qua aantallen zitten er niet hele grote verschillen tussen de fytoplankton waarden bij Vlissingen boei SSVH en Walcheren 2 km uit de kust, zie Tabel 96. Blauwwieren en groenwieren vertonen in enkele jaren een

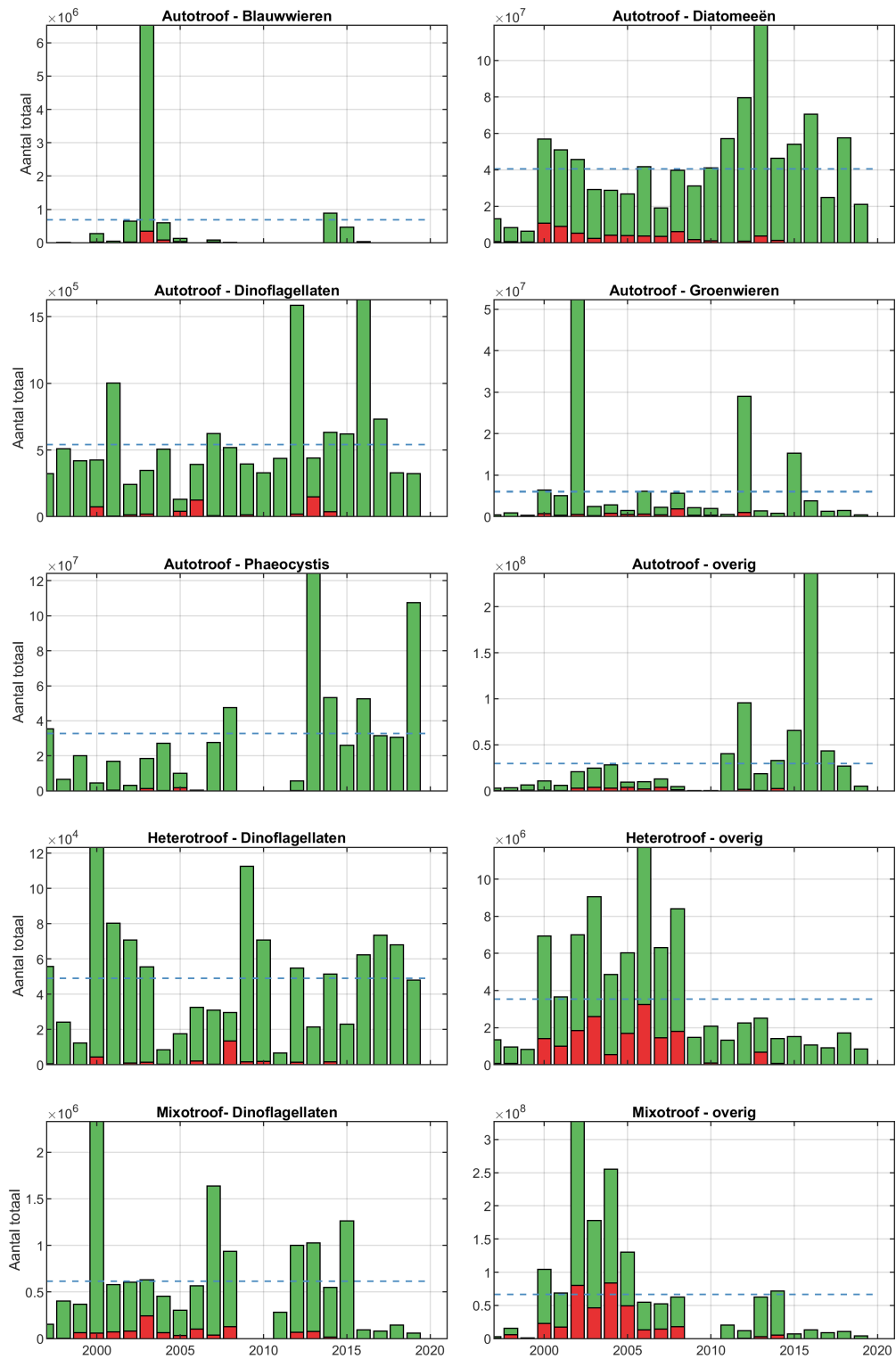


Figure 227: Jaarlijkse waarden voor fytoplankton in zomer (groen), winter (rood) en gemiddeld (blauw) voor station Vlieringen boei SSVH. De y-as representeert de maximaal gesommeerde gemeten waarde.

Table 96: Jaarwaardes voor de tien fytoplanktongroepen bij station Walcheren 2km uit de kust. Gesommeerde waardes zijn in miljoenen (10^7 M of 10^7 per L).

Groepsnaam	Gemiddelde	Maximum	Minimum
Autotroof - Blauwwieren	0.10	0.16	0.05
Autotroof - Diatomeeen	17.81	59.68	2.47
Autotroof - Dinoflagellaten	0.20	0.60	0.01
Autotroof - Groenwieren	5.52	85.44	0.05
Autotroof - Phaeocystis	25.27	56.74	0.67
Autotroof - overig	13.22	32.62	0.19
Heterotroof - Dinoflagellaten	0.04	0.07	0.00
Heterotroof - overig	3.15	12.22	0.27
Mixotroof - Dinoflagellaten	0.37	1.64	0.00
Mixotroof - overig	32.89	103.36	0.71

hoge waarde, voornamelijk in de zomerperiode (Figuur 228). De diatomeeën tonen in het 2010 een hoge waarde, voor de rest fluctueren de waarden. Phaeocystis komt hier meer voor dan bij Hansweert geul en Schaar van Ouden Doel, omdat phaeocystis een mariene soort is. Er is een periode met geen waardes maar de aantallen kunnen sterk variëren van jaar tot jaar zonder een aanwijsbare trend. In 2019 werd een relatief hoge waarde gemeten. Heterotrofe dinoflagellaten komen redelijk constant over de tijd voor, maar de laatste jaren lijkt er een licht afnemende trend. Of dit binnen de variabiliteit valt of daadwerkelijk een trend is zal de komende jaren blijken. Voor dinoflagellaten waarvan de trofiegraad mixotroof is, is in 2008 en in 2013 een grote piek te zien. In 2019 is er een hoge waarde voor ‘autotroof overig’ De groep ‘heterotroof overig’ is sterk afgenomen na 2008, maar is in 2018 weer met een hogere hoeveelheid gemeten. De groep ‘overig’ met mixotrofe trofiegraad was voornamelijk aanwezig tussen 1999 en 2008. Wel werden ze eerder ook vrij veel in de winter waargenomen, maar nu niet meer.

Voor 2015 was er geen fytoplankton data beschikbaar voor dit station.

8.3.5 Walcheren 20 km uit de kust

Bij Walcheren 20 km uit de kust komt minder fytoplankton voor dan bij de andere stations, zie Tabel 97. De groenwieren waren in 2002 goed vertegenwoordigd, maar zijn vanaf 2010 goeddeels verdwenen (Figuur 229). Het is de vraag in hoeverre de piekwaarden van blauwwieren in 2010 en groenwieren in 2002 betrouwbare meetwaarden zijn, dit lijkt erg hoog voor een station zover uit de kust. Voor de diatomeeën zien we de laatste jaren voornamelijk waardes uit de zomer, met een grote piek in 2014 (compleet gemeten in de zomer). Phaeocystis is sinds 2012 weer waargenomen, nadat deze enkele jaren afwezig was. In 2018 en 2019 is een flink hoger aantal Phaeocystis gemeten dan in de voorgaande jaren. De autotrofe dinoflagellaten zijn sinds 2013 flink toegenomen ten opzichte van de jaren daarvoor. In 2018 werd zelfs de hoogste waarde gemeten over de hele meetperiode, maar in 2019 weer een relatief lage waarde. De overige autotrofen zijn in 2016 in grote hoeveelheden opgedoken maar in 2017 en 2018 weer terug naar het niveau van de jaren daarvoor. De overige heterotrofen nemen af sinds 2006.

Voor 2015 is er geen nieuwe fytoplankton data beschikbaar voor dit station.

8.4 Resultaten per groep

8.4.1 Autotroof - Blauwwieren

In Figuur 230 is de ontwikkeling van de blauwwieren (autotroof) over de tijd voor alle stations weergegeven. De hoeveelheid gevonden blauwwieren kent een sterke fluctuatie over tijd. Voor 2000 werd een stuk minder gevonden als gevolg van een andere analyse methode. Vervolgens worden er zeer hoge waardes

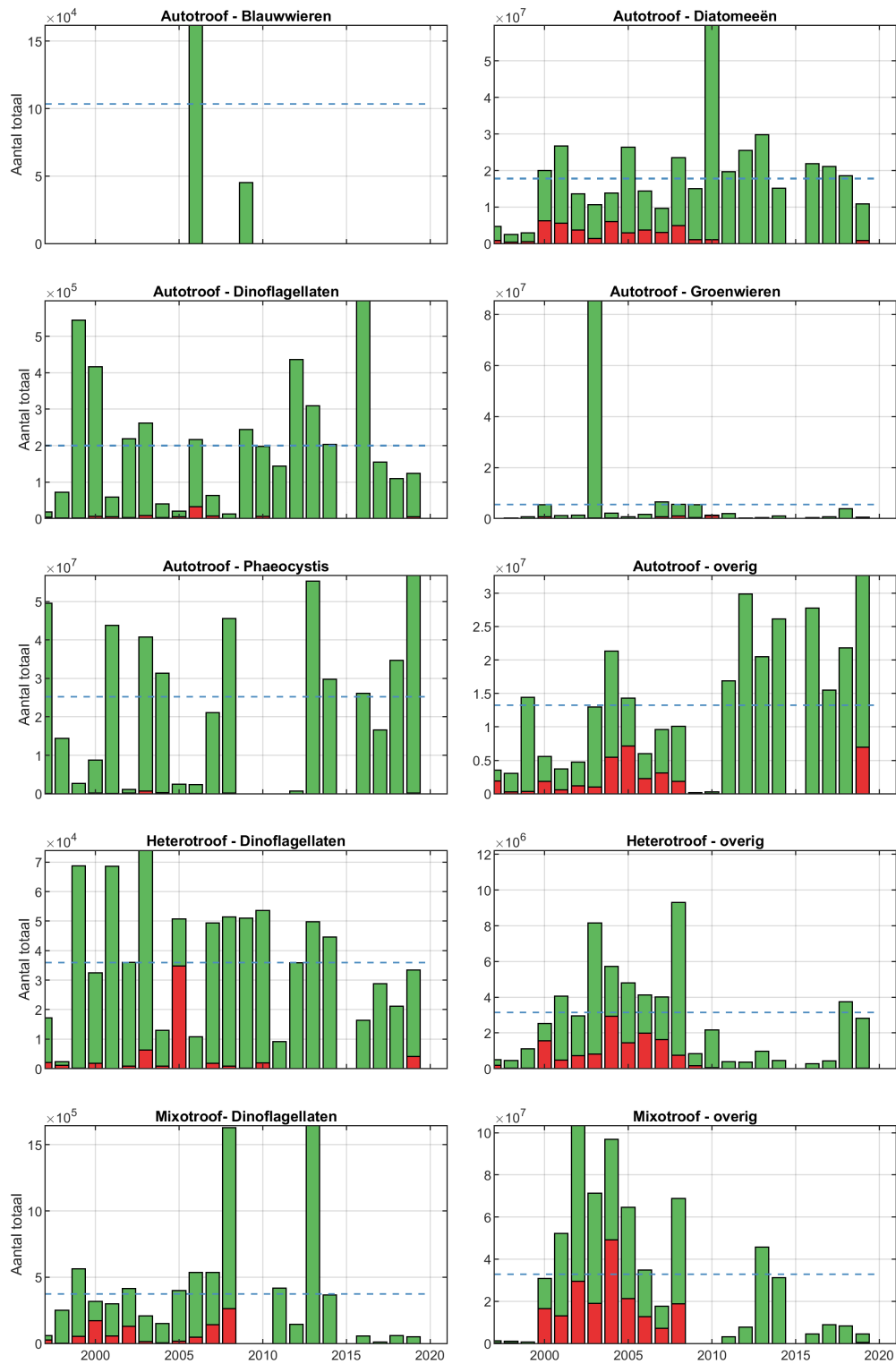


Figure 228: Jaarlijkse waarden voor fytoplankton in zomer (groen), winter (rood) en gemiddeld (blauw) voor station Walcheren 2km uit de kust. De y-as representeert de maximaal gesommeerde gemeten waarde.

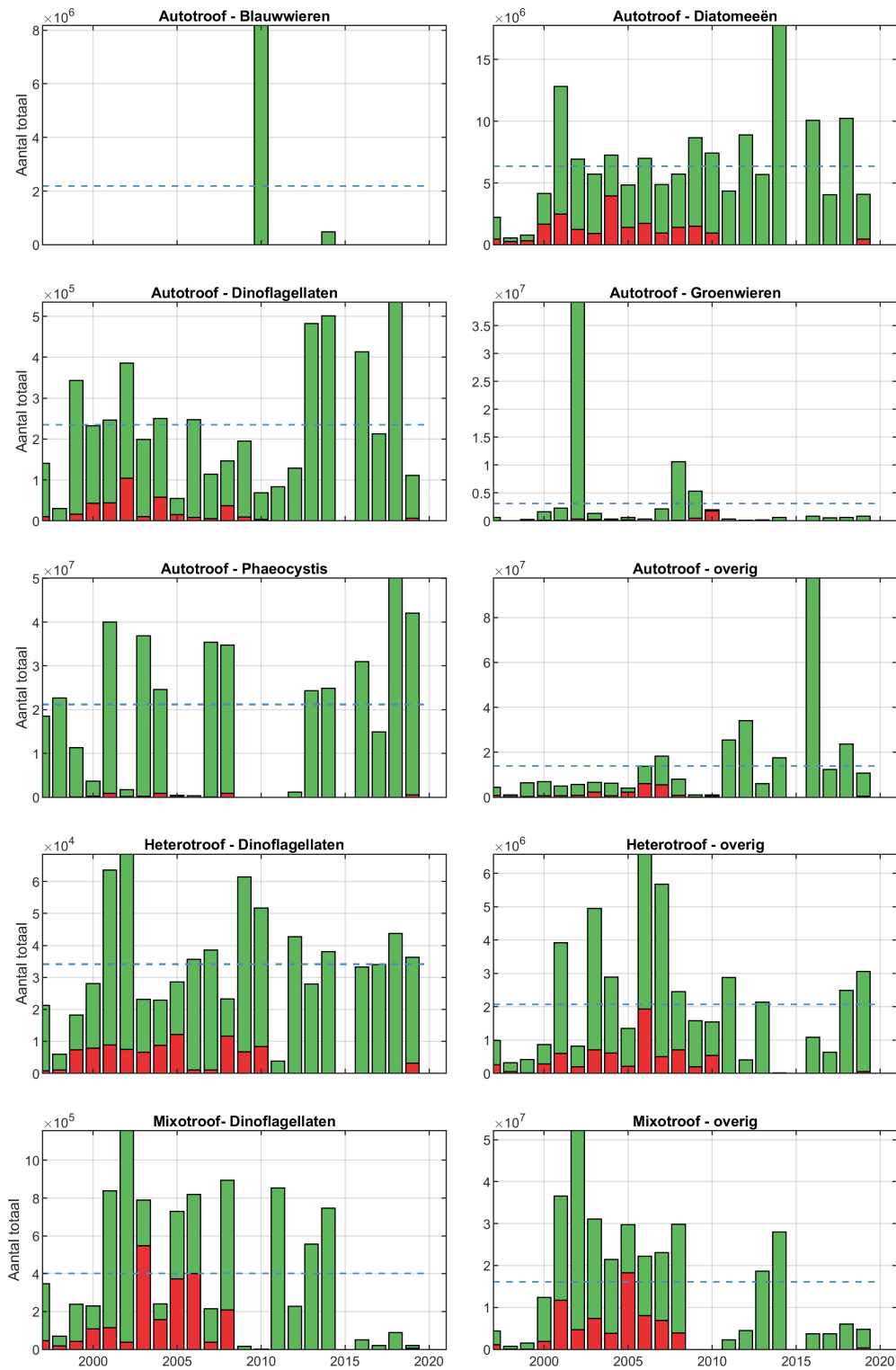


Figure 229: Jaarlijkse waarden voor fytoplankton in zomer (groen), winter (rood) en gemiddeld (blauw) voor station Walcheren 20km uit de kust. De y-as representeert de maximaal gesommeerde gemeten waarde.

Table 97: Jaarwaardes voor de tien fytoplanktongroepen bij station Walcheren 20km uit de kust. Gesommeerde waardes zijn in miljoenen (10^7 per L).

Groepsnaam	Gemiddelde	Maximum	Minimum
Autotroof - Blauwwieren	2.19	8.17	0.00
Autotroof - Diatomeeen	6.35	17.74	0.54
Autotroof - Dinoflagellaten	0.23	0.53	0.03
Autotroof - Groenwieren	3.07	39.23	0.02
Autotroof - Phaeocystis	21.20	50.04	0.33
Autotroof - overig	13.85	97.52	0.95
Heterotroof - Dinoflagellaten	0.03	0.07	0.00
Heterotroof - overig	2.07	6.58	0.01
Mixotroof - Dinoflagellaten	0.40	1.16	0.00
Mixotroof - overig	16.06	52.17	0.45

(200M per L) gevonden tussen 2000-2004. Vandaag de dag is dit een minimaal een factor 10 lager, naast de incidentele piek van 2013 bij Schaar van Ouden Doel. Blauwwieren, met vooral zoetwatersoorten, worden voornamelijk gevonden bij station Hansweert geul en bij Schaar van de Ouden Doel. Er lijkt sinds 2013 een dalende trend te zijn ingezet.

8.4.2 Autotroof - Diatomeeën

In Figuur 231 is de ontwikkeling van de diatomeeën (autotroof) over de tijd voor alle stations weergegeven. Diatomeeën komen tegenwoordig het meest voor bij Vlissingen en in de periode 2000-2005 het meest bij Hansweert geul. Het lijkt er op dat de hoge waardes ($> 50M$ per L) in de periode 2000-2005 tijdelijk waren. Vanaf 2010 is er echter ook een opgaande trend. De opgaande trend wordt de laatste jaren niet doorgetrokken.

8.4.3 Autotroof - Dinoflagellaten

In Figuur 232 is de ontwikkeling van de dinoflagellaten (autotroof) over de tijd voor alle stations weergegeven. Dinoflagellaten (autotroof) komen bij alle stations voor. In de periode voor 2000 waren de aantallen gemiddeld, de vijf tot tien jaar daarna ondergemiddeld en de laatste decennia juist weer bovengemiddeld., wat een gevolg is van de trendbreuk beschreven in Paragraaf 8.2.3. Voor 2005 werden de hoogste waardes gevonden in Hansweert geul en Vlissingen. De hoogste waarde is gevonden in 2012 bij Hansweert geul. Na 2005 worden hoge waardes ook gevonden bij Schaar van Ouden Doel. In 2016 worden er weer opvallend hoge waardes gevonden bij Hansweert geul, Schaar van Ouden Doel en Vlissingen. In 2017 en 2018 zijn deze waardes al flink afgenomen bij Vlissingen, en in mindere mate bij Schaar van Ouden Doel. Bij Hansweert geul is de waarde in 2018 zelfs nog hoger gemeten dan in 2016. In 2019 is de daling bij Schaar van Ouden Doel doorgezet en is de concentratie bij Hansweert weer afgenomen.

8.4.4 Autotroof - Groenwieren

In Figuur 233 is de ontwikkeling van de groenwieren (autotroof) over de tijd voor alle stations weergegeven. Groenwieren worden voor 2005 gevonden in grote hoeveelheid van $>100M$ per L (voornamelijk bij Schaar van Ouden Doel). Na 2005 worden er incidenteel veel groenwieren aangetroffen (2008 en 2012). In 2013 en 2014 zijn er significant minder groenwieren aangetroffen op alle stations. Vanaf 2016 worden er weinig groenwieren (minder dan $20 M$ per L). Dit is vergelijkbaar met 3 jaar daarvoor in 2014.

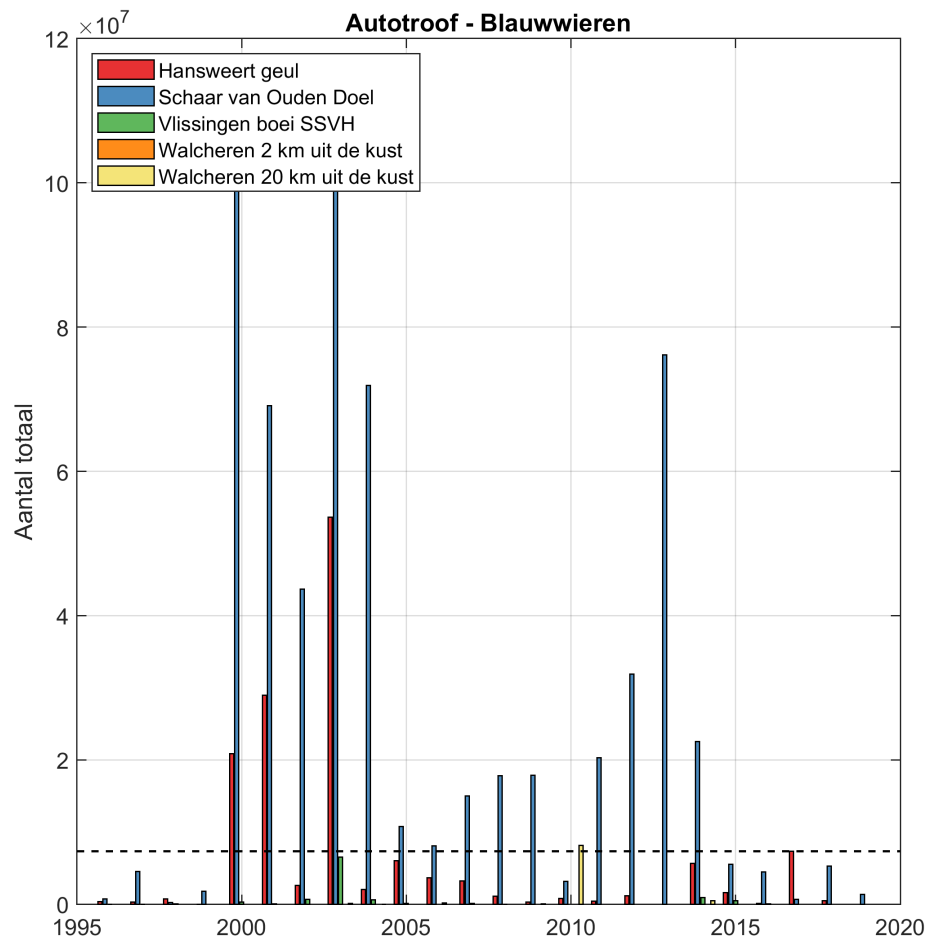


Figure 230: Jaarlijks gesommeerde waarden voor fytoplankton (autotroof - blauwwieren) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.

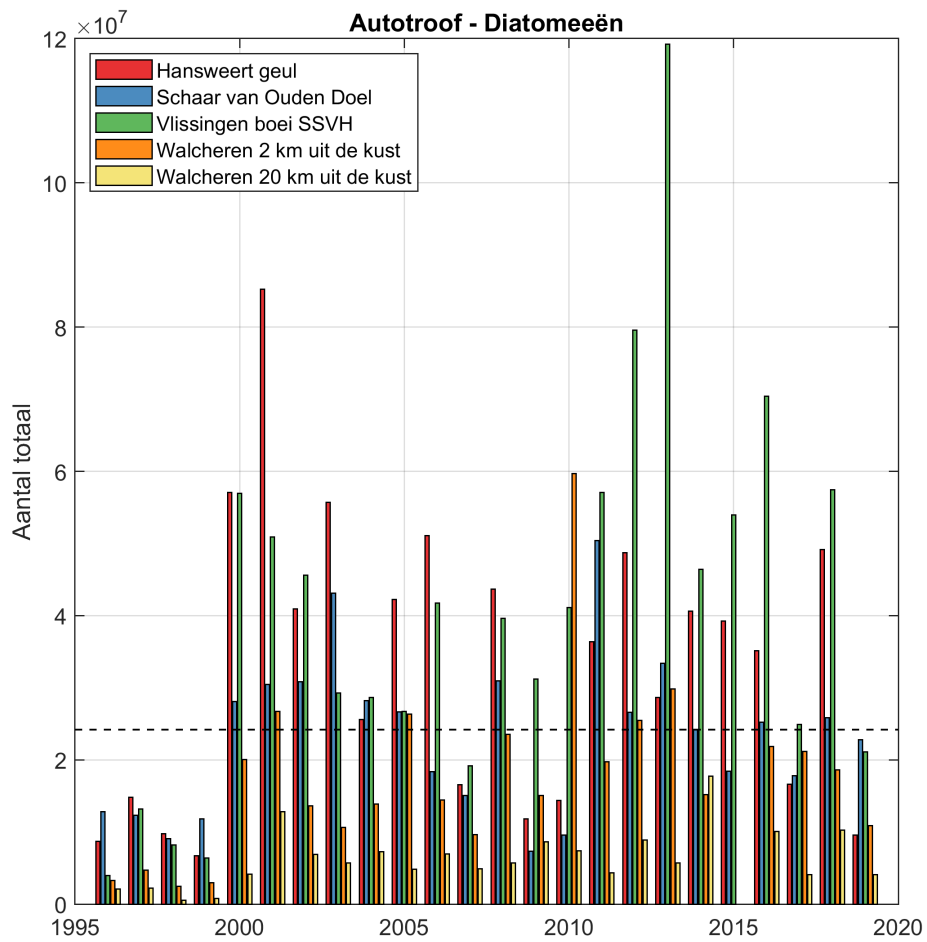


Figure 231: Jaarlijks gesommeerde waarden voor fytoplankton (autotroof - diatomeeën) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.

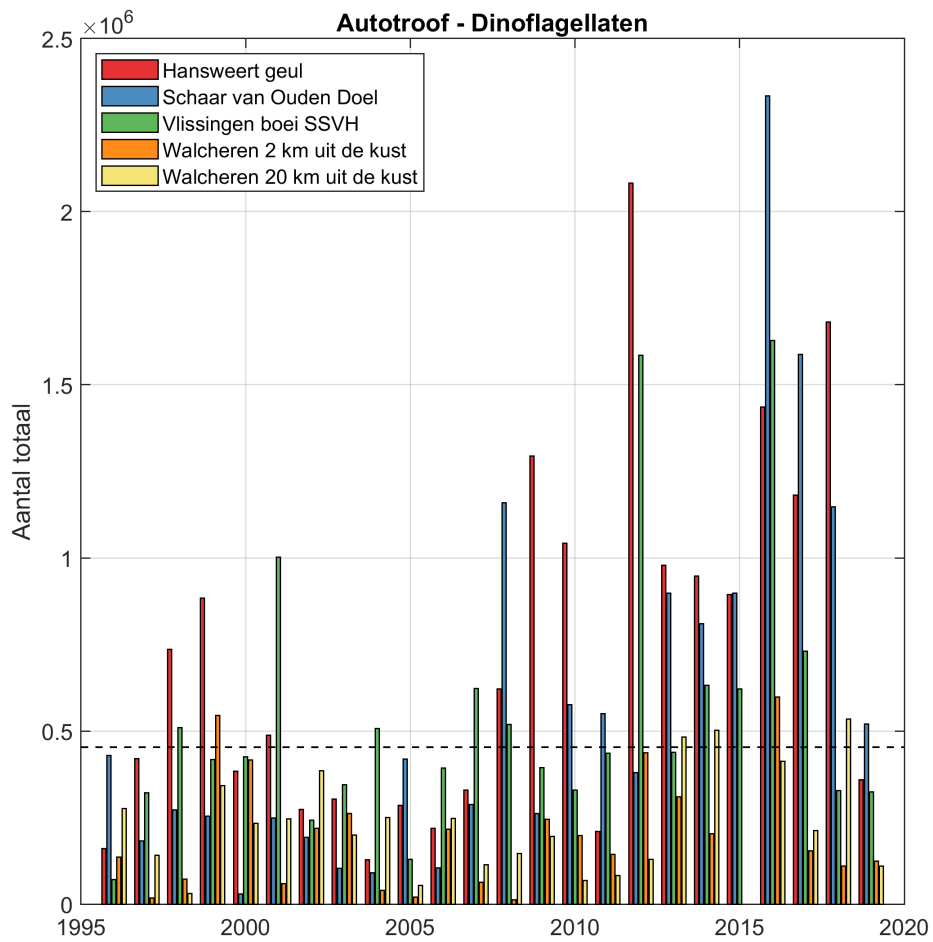


Figure 232: Jaarlijks gesommeerde waarden voor fytoplankton (autotroof - dinoflagellaten) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.

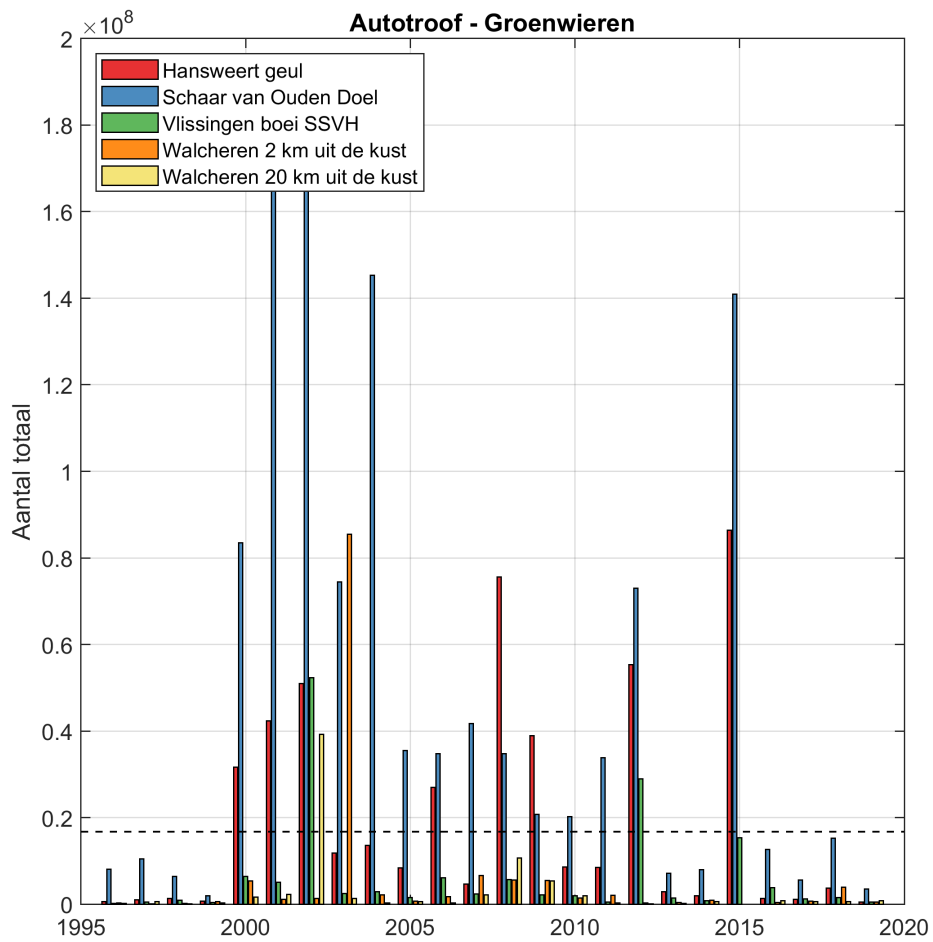


Figure 233: Jaarlijks gesommeerde waarden voor fytoplankton (autotroof - groenwieren) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.

8.4.5 Autotroof - Phaeocystis

In Figuur 234 is de ontwikkeling van de phaeocystis (autotroof) over de tijd voor alle stations weergegeven. Phaeocystis wordt voornamelijk nabij de kust gevonden (Vlissingen & Walcheren) en kende in 2013 een grote piek bij Vlissingen. Voor het station Schaar van Ouden Doel wordt er niet tot nauwelijks phaeocystis gevonden. Vanaf 2016 neemt het aantal in Hansweert geul weer toe. Bij Walcheren 2 km en 20 km uit de kust wordt weer meer phaeocystis aangetroffen in 2018 en 2019.

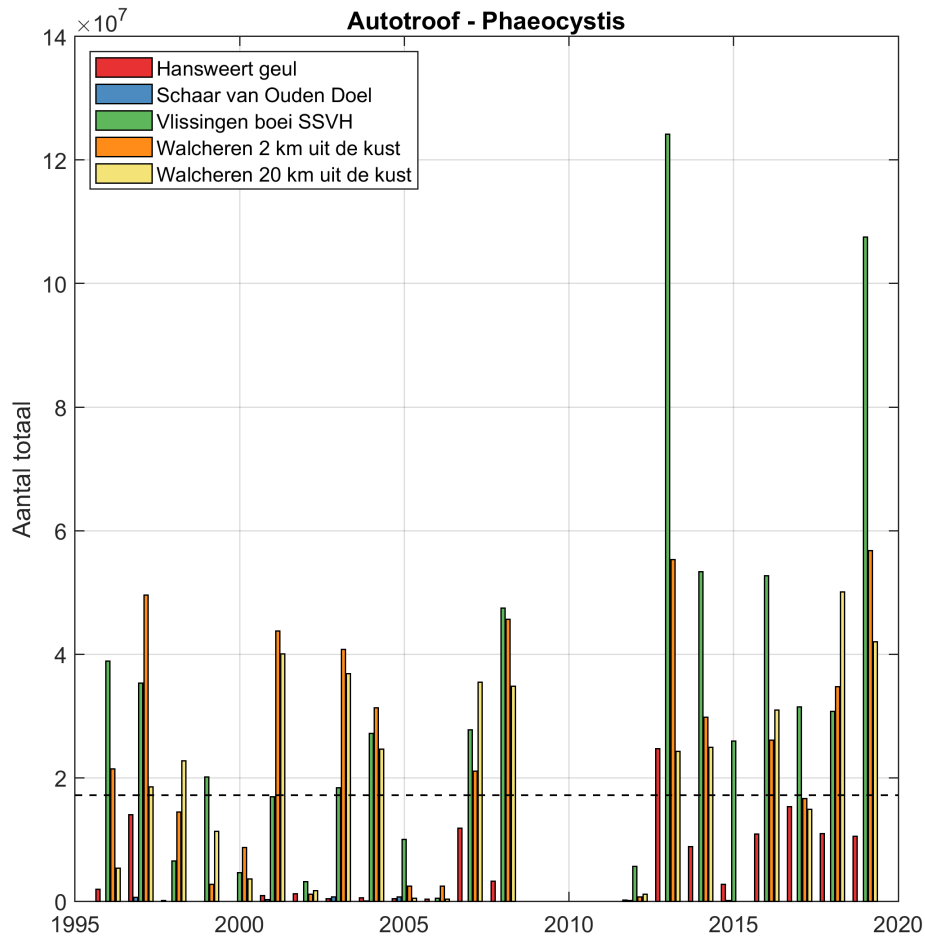


Figure 234: Jaarlijks gesommeerde waarden voor fytoplankton (autotroof - phaeocystis) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.

8.4.6 Autotroof - overig

In Figuur 235 is de ontwikkeling van de overige autotroof fytoplankton over de tijd voor alle stations weergegeven. In de groep autotroof overig werd voor 2000 beperkt gevonden. Van 2000 tot 2010 lijkt er een dalende trend te zijn. Vandaag de dag echter worden grote hoeveelheden (>50 M per L) gevonden bij stations Hansweert Geul en Schaar van de Ouden Doel. De hoeveelheden liggen een stuk lager voor stations meer richting zee (<20 M per L). In 2012 was er een piek bij Vlissingen. Voor 2016 is er opvallend veel overige autotroof fytoplankton gevonden bij Vlissingen, Hansweert geul en Schaar van Ouden Doel. Dit lijkt

een tijdelijke piek te zijn met duidelijk lager waarden in 2017 en 2018. Al is in 2018 de waarde bij Hansweert geul weer aan de hoge kant.

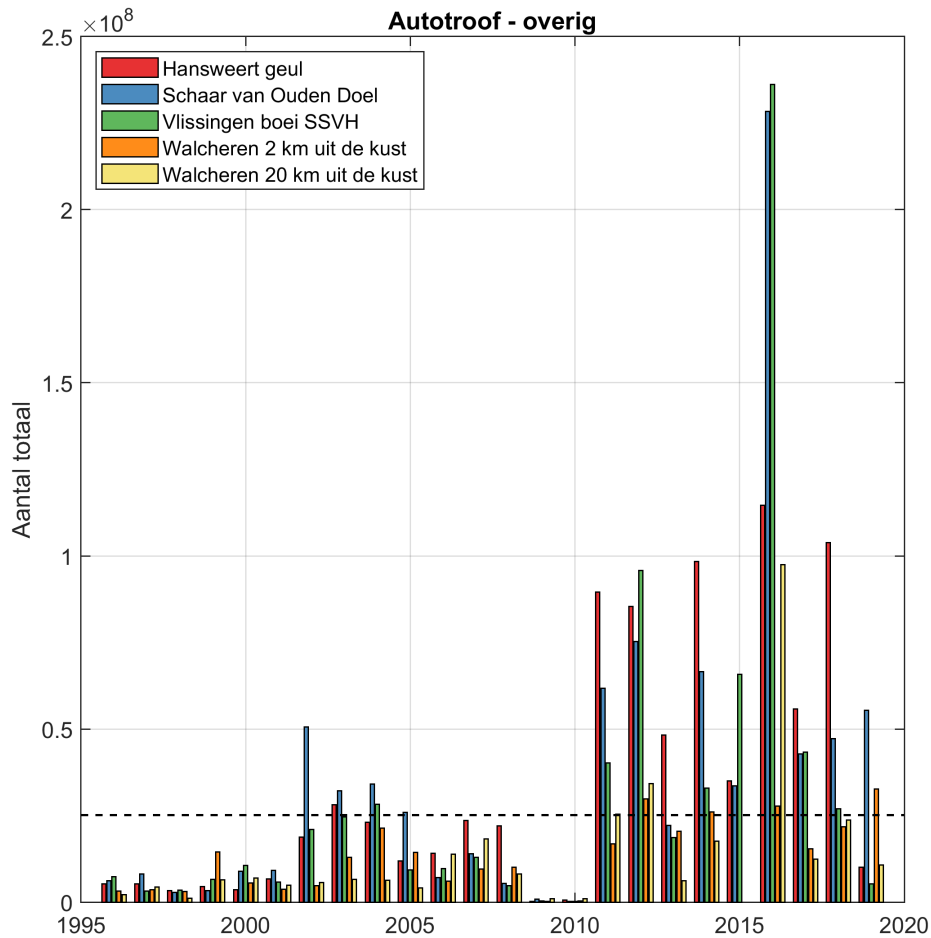


Figure 235: Jaarlijks gesommeerde waarden voor fytoplankton (autotroof - overig) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.

8.4.7 Heterotroof - Dinoflagellaten

In Figuur 236 is de ontwikkeling van de dinoflagellaten (heterotroof) over de tijd voor alle stations weergegeven. De hoeveelheid dinoflagellaten (heterotroof) laat geen duidelijke trend zien, met een gemiddelde van ongeveer 0.04 M per L (zwarte lijn, zie Figuur 236), maar wel met een vrij grote variabiliteit in de tijd en tussen de stations .

8.4.8 Heterotroof - overig

In Figuur 237 is de ontwikkeling van overige heterotroof fytoplankton over de tijd voor alle stations weergegeven. Overige heterotroof fytoplankton was voor 2009 een normaal fenomeen (voornamelijk bij station Schaar van de Ouden Doel) met waarden van >10M per L. Echter, na 2010 liggen de hoeveelheden

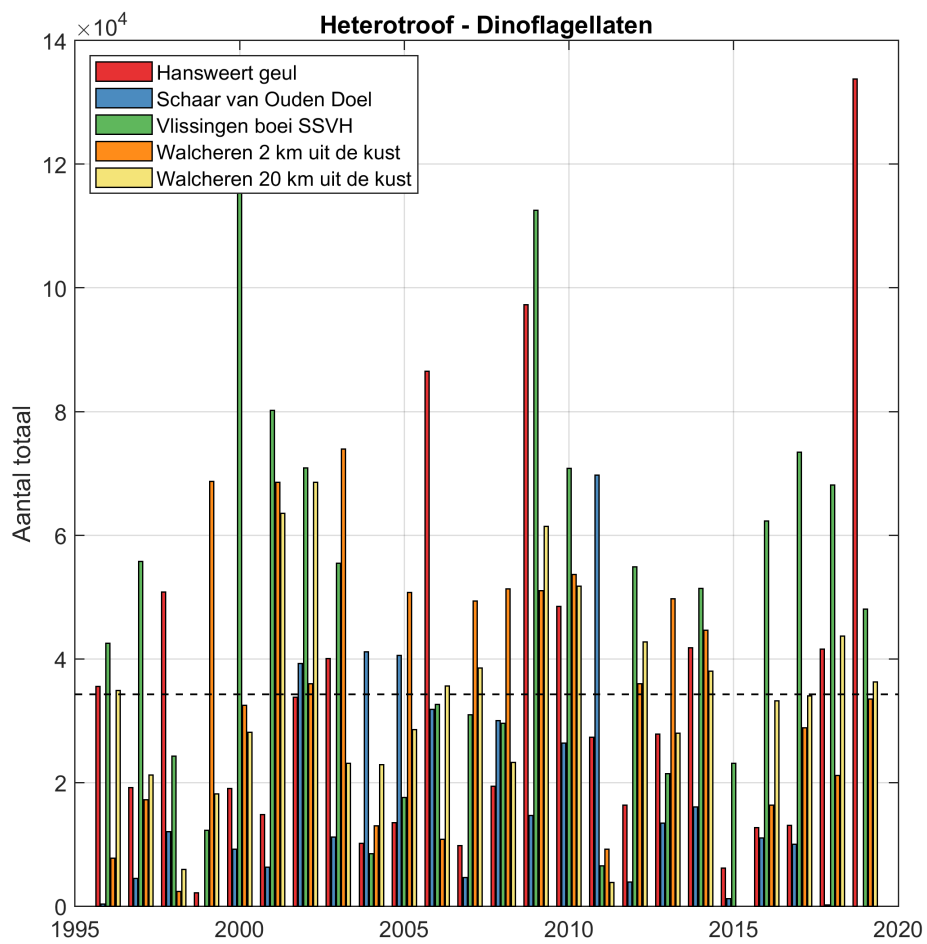


Figure 236: Jaarlijks gesommeerde waarden voor fytoplankton (heterotroof - dinoflagellaten) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.

een stuk lager (< 0.5 M per L, factor 10). In 2013 was er een piek bij Schaar van Ouden Doel van 5 miljoen overige heterotroof fytoplankton per liter. In 2018 lijken de waarden iets toegenomen te zijn bij beide meetstations bij Walcheren.

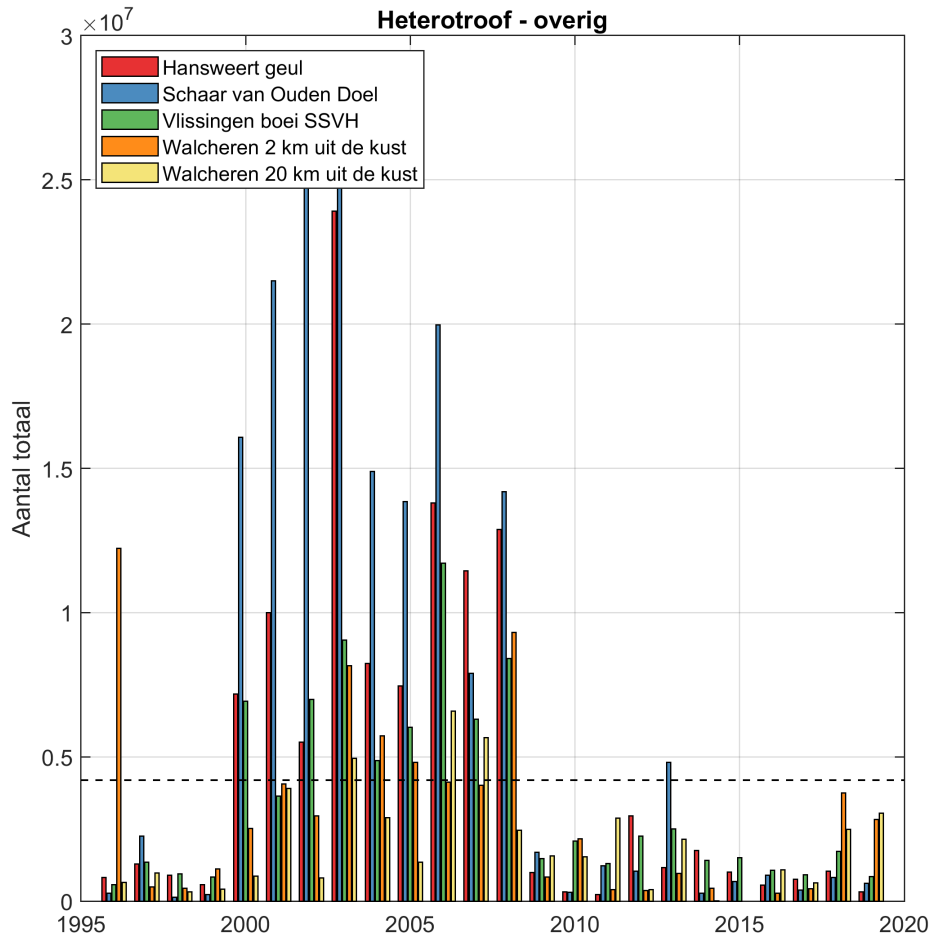


Figure 237: Jaarlijks gesommeerde waarden voor fytoplankton (heterotroof - overig) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.

8.4.9 Mixotroof - dinoflagellaten

In Figuur 238 is de ontwikkeling van de dinoflagellaten (mixotroof) over de tijd voor alle stations weergegeven. Mixotrofe dinoflagellaten worden vrij consistent gevonden over de tijd. Er is geen duidelijk patroon tussen de verschillende stations. Jaren 2009 en 2010 waren een dieptepunt voor de hoeveelheid mixotrofe dinoflagellaten. Vanaf 2016 zijn de waarden zeer laag.

8.4.10 Mixotroof - overig

In Figuur 239 is de ontwikkeling van de overige mixotroof fytoplankton over de tijd voor alle stations weergegeven. Fytoplankton waarvan de status compleet onbekend is wordt voornamelijk gevonden tussen

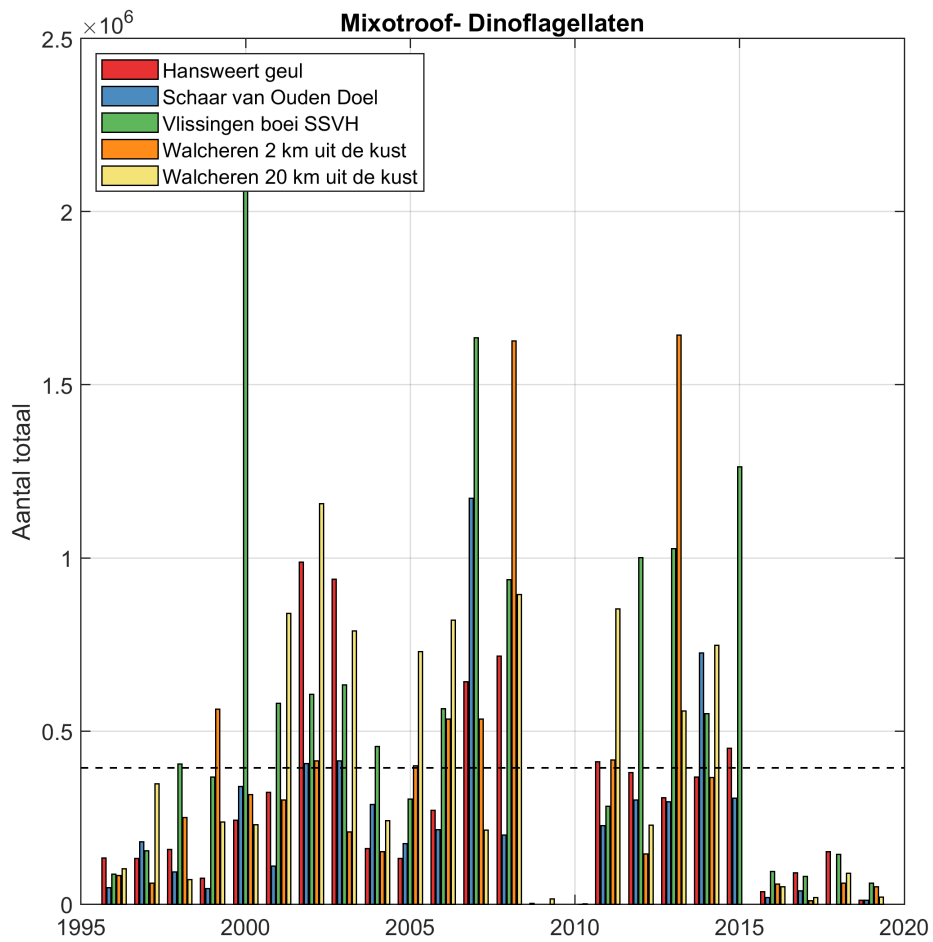


Figure 238: Jaarlijks gesommeerde waarden voor fytoplankton (mixotroof - dinoflagellaten) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.

2000-2005. De hoeveelheden zijn over het algemeen bijna een factor 10 hoger dan de overige categorieën. Dat komt vooral doordat tussen 2000-2005 er veel records in database zitten waar het type niet van bekend is, maar waar wel veel van gevonden is. Vanaf 2016 zijn de waarden zeer laag.

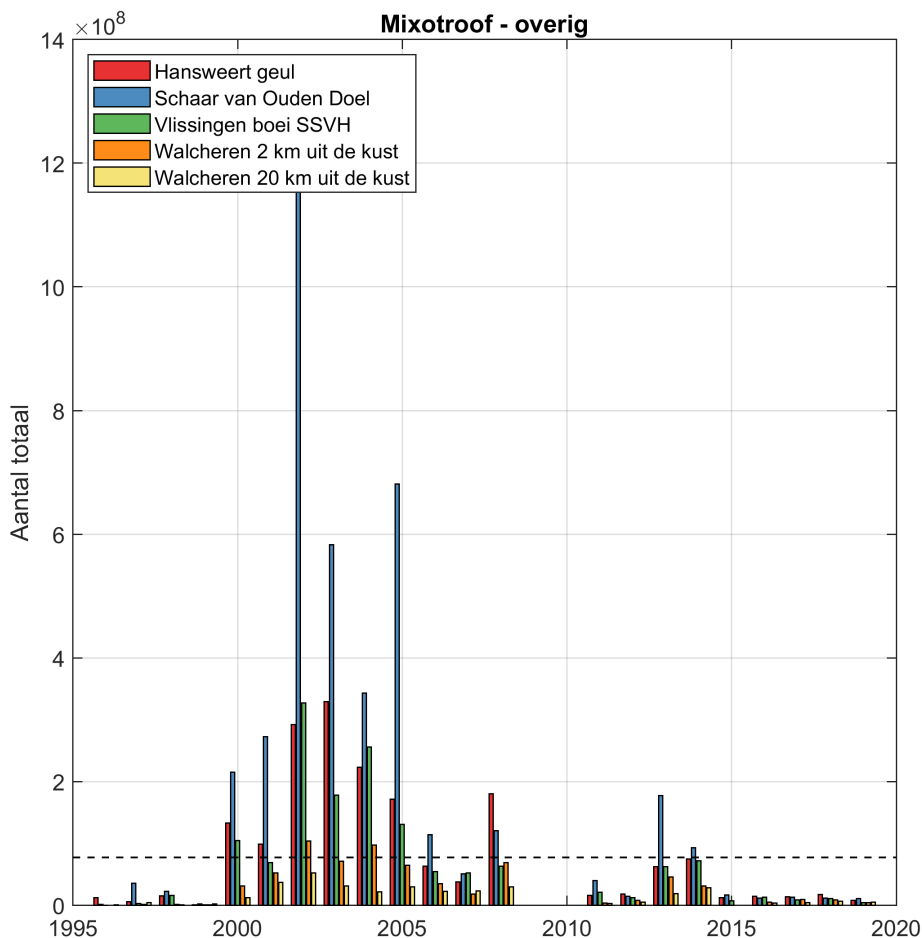


Figure 239: Jaarlijks gesommeerde waarden voor fytoplankton (mixotroof - overig) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.

9 References

- Bogaart-Scholte, M. W. M., M. H. van der Weijden, A. Naber, L. P. M. J. Wetsteijn, and M. Roos. 2014. "MWTL MEETPLAN 2015 Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands." *Milieumeetnet Rijkswateren. Rijkswaterstaat Waterdienst*.
- Breugem, L. H., W. A. and Holthuijsen. 2006. "Generalised wave growth from Lake George." *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering*.
- Deltares. 2011. "Eerstelijnsrapportage Westerschelde 2010." *Kenmerk: 1205529-000-ZKS-0006*.
- . 2012. "Eerstelijnsrapportage Westerschelde 2011." *Kenmerk: 1205529-000-ZKS-0006*.

- . 2013. “Eerstelijnsrapportage Westerschelde 2012.” *Kenmerk: 1205529-000-ZKS-0006*.
- . 2014. “Eerstelijnsrapportage Westerschelde 2013.” *Kenmerk: 1209394-000-ZKS-0016*.
- . 2015. “Eerstelijnsrapportage Westerschelde 2014.” *Kenmerk: 1209394-000-ZKS-0016*.
- . 2016. “Eerstelijnsrapportage Westerschelde 2015.” *Kenmerk: 1209394-000-ZKS-0016*.
- . 2017. “Eerstelijnsrapportage Westerschelde 2016.” *Kenmerk: 1209394-000-ZKS-0016*.
- . 2018. “Eerstelijnsrapportage Westerschelde 2017.” *Kenmerk: 1209394-000-ZKS-0016*.
- Hoek, C., D. G. van den Mann, and H. M. Jahns. 1995. *Algae. An introduction to phycology*. Cambridge University Press.
- Holthuijsen, L. H. 2007. *Waves in Oceanic and Coastal Waters*.
- Koeman, R. P. T., C. J. E. Brochard, K. Fockens, A. van den Oever, R. M. van Wezel, and G. Mulderij. 2009. “Geannoteerde soortenlijst biomonitoring fytoplankton Nederlandse zoute wateren 1990-2008. Rapport 2009-098.” *Koeman En Bijkerk Bv, Haren*.
- Peperzak, L. 2010. “An objective procedure to remove observer-bias from phytoplankton time-series.” *J. Sea Res.*
- Slooff, W. 1989. “Basisdocument PAK.” *RIVM, Bilthoven* Rapport 75.
- Spronk, G. C. 2008. “Werkdocument Doorzicht Westerschelde 1996-2007 (Move / Moneos).” *Nummer RIKZ/ZDE/1007.862.w*.
- Tomas, C. R. 1997. *Identifying Marine Phytoplankton*. Academic Press, San Diego.
- Zuur, A. F., M. J. Latuhihin, E. N. Ieno, J. G. Baretta-Bekker, G. M. Smith, and N. Walker. 2009. “Additive Mixed Modelling Applied on Phytoplankton Time Series Data.”

A Overzicht gebruikte data

Alle data in dit rapport is geleverd door VLIZ en Rijkswaterstaat.

A.1 Gemeten data

Deze rapportage bevat de beschikbare hydrodynamische, fysisch-chemische en biologische data in de periode 1996 - 2019 voor de Westerschelde en de monding. Bepaalde data wordt (al enige tijd) niet meer gemeten en opgenomen in de rapportage. Dit betreft:

- Continu meting; opgenomen in rapportages tot en met 2016
 - Eerstelijnsrapportage Westerschelde 2015
 - Eerstelijnsrapportage Westerschelde 2014
 - Eerstelijnsrapportage Westerschelde 2013
 - Eerstelijnsrapportage Westerschelde 2012
- Golfrichting; opgenomen in rapportages tot en met 2015
 - Eerstelijnsrapportage Westerschelde 2014
 - Eerstelijnsrapportage Westerschelde 2013
 - Eerstelijnsrapportage Westerschelde 2012
 - Eerstelijnsrapportage Westerschelde 2010

A.2 Hydrodynamiek

Fiche	Parameter		Weergave
S-HD-N-001	Waterstand	Hoog- en laagwaterstand	Jaargemiddeld
		Getijslag	
		M2-getijcomponent	
S-HD-N-006	Golven	Golfhoogte	Golfhoogte H1/3
			Golfhoogte Hm0
		Golfperiode	Golfperiode TH1/3
			Spectrale golfperiode Tm02
			Maandgemiddeld

A.3 Fysisch-chemische parameters

A.3.1 Oppervlaktewater (compartiment 10)

Fiche	Parameter		Weergave
S-FC-N-002	Saliniteit	Saliniteit (PSU)	Jaargemiddeld, min, max Zomer- wintergemiddeld maandgemiddeld
S-FC-N-004	Temperatuur	Watertemperatuur (°C)	
S-FC-N-010	Zuurstof	Percentage zuurstof (%)	Jaargemiddeld, min, max maandgemiddeld
		Zuurstof (mg/l)	
S-FC-N-012	Chlorofyl-a	Chlorofyl-a (µg/l)	Gemeten waarden Jaargemiddeld, min, max Zomer- wintergemiddeld maandgemiddeld
		Feofytine-a (µg/l)	Jaargemiddeld, min, max
S-FC-N-028	Lichtklimaat	Doorzicht (dm)	
		Extinctiecoëfficiënt (/m)	
S-FC-N-019	Zwevende stof	Zwevende stof (mg/l)	
S-FC-N-013	Nutriënten	Ammonium (mg/l uitgedrukt in N na filtratie)	Gemeten waarden Jaargemiddeld, min, max
		Nitriet (mg/l uitgedrukt in N na filtratie)	
		Nitraat (mg/l uitgedrukt in N na filtratie)	
		Totaal stikstof (mg/l)	
		Opgelost stikstof (mg/l)	
		Particulair gebonden stikstof (mg/l)	
		Orthofosfaat (mg/l uitgedrukt in P na filtratie)	
		Totaal fosfaat (mg/l)	
		Opgelost fosfaat (mg/l)	
		Particulair gebonden fosfaat (mg/l)	
	Siilicaat (mg/l uitgedrukt in Si na filtratie)		
	C:N:P ratio		Jaargemiddeld Zomer- wintergemiddeld
S-FC-N-024	Organisch koolstof	Particulier organisch koolstof (mg/l)	POC
		Opgelost organisch koolstof (mg/l)	DOC
S-FC-N-014	Metalen (selectie)	Boor (µg/l voor en na filtratie)	B
		Chroom (µg/l voor en na filtratie)	Cr
		Koper (µg/l voor en na filtratie)	Cu
		Uranium (µg/l voor en na filtratie)	U
		Vanadium (µg/l voor en na filtratie)	V
		Zink (µg/l voor en na filtratie)	Zn
S-FC-N-023	BZV (BOD), CZV	Chemisch zuurstofverbruik (mg/l)	CZV
		Biochemisch zuurstofverbruik (mg/l)	BZV
			Jaargemiddeld, min, max maandgemiddeld

A.3.2 Zwevend stof (compartiment 50)

Fiche	Parameter		Weergave	
S-FC-N-015	Korrelgroottefractie (in drooggewicht)	< 63 µm	Jaargemiddelde, min, max	
		< 2 µm		
	Metalen (selectie) (in drooggewicht)	Arseen (mg/kg)		As
		Cadmium (mg/kg)		Cd
		Chroom (mg/kg)		Cr
		Kobalt (mg/kg)		Co
		Kwik (mg/kg)		Hg
		Lood (mg/kg)		Pb
		Vanadium (mg/kg)		V
Zink (mg/kg)		Zn		
S-FC-N-016	Organische microverontreinigingen (in drooggewicht)	PCB's	2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyl (µg/kg)	PCB180
			2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyl (µg/kg)	PCB138
			2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyl (µg/kg)	PCB153
			2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyl (µg/kg)	PCB101
			2,2',5,5'-tetrachloorbifenyl (µg/kg)	PCB52
			2,3',4,4',5-pentachloorbifenyl (µg/kg)	PCB118
			2,4,4'-trichloorbifenyl (µg/kg)	PCB28
		PAK's	antraceen (mg/kg)	Ant
			benzo(a)antraceen (mg/kg)	B(a)A
			benzo(a)pyreen (mg/kg)	B(a)P
			benzo(g,h,i)peryleen (mg/kg)	B(ghi)Pe
			benzo(k)fluorantheen (mg/kg)	B(k)Flu
			chryseen (mg/kg)	Chr
			fenanthreen (mg/kg)	Fen
			fluorantheen (mg/kg)	Flu
			indeno(1,2,3-c,d)pyreen (mg/kg)	IP
			naftaleen (mg/kg)	Naft
		Overige stoffen	hexachloorbenzeen (µg/kg)	HCBz
			dieldrin (µg/kg)	
			tributyltin (µg/kg)	TBT

A.3.4 Biota (compartiment 60)

Fiche					
S-FC-N-027	Bot	Metalen (selectie) Natgewicht en omgerekend naar drooggewicht	Cadmium (lever)	Cd	Gemiddelde, min, max per meetmoment
			Koper (lever)	Cu	
			Kwik (spierweefsel)	Hg	
			Lood (lever)	Pb	
			Zink (lever)	Zn	
		PCB's Natgewicht en omgerekend naar drooggewicht	2,2',3,3',4,4',5,5',6-nonachloorbifenyyl	PCB206	Gesommeerd/TEQ
			2,2',3,3',4,4',5,5'-octachloorbifenyyl	PCB194	
			2,2',3,3',4,4',5-heptachloorbifenyyl	PCB170	
			2,2',3,3',4,4'-hexachloorbifenyyl	PCB128	
			2,2',3,4',5',6-hexachloorbifenyyl	PCB149	
			2,2',3,4',5,5',6-heptachloorbifenyyl	PCB187	
			2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyyl	PCB180	
			2,2',3,4,4',5-hexachloorbifenyyl	PCB137	
			2,2',3,4,4'-pentachloorbifenyyl	PCB85	
			2,2',3,4,5'-pentachloorbifenyyl	PCB87	
			2,2',3,4,5,5'-hexachloorbifenyyl	PCB141	
			2,2',3,5,5',6-hexachloorbifenyyl	PCB151	
			2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyyl	PCB153	
			2,2',4,4'-tetrachloorbifenyyl	PCB47	
			2,2',4,5'-tetrachloorbifenyyl	PCB49	
			2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyyl	PCB101	
			2,2',5,5'-tetrachloorbifenyyl	PCB52	
			2,3',4,4',5-pentachloorbifenyyl	PCB118	
2,3,3',4',6-pentachloorbifenyyl	PCB110				
2,3,3',4'-tetrachloorbifenyyl	PCB56				
2,3,3',4,4',5-hexachloorbifenyyl	PCB156				
2,3,3',4,4'-pentachloorbifenyyl	PCB105				
2,4',5-trichloorbifenyyl	PCB31				
2,4,4'-trichloorbifenyyl	PCB28				
Som PCB138 en PCB163					
PBDE's (lever) Natgewicht en omgerekend naar drooggewicht	2,2',4,4',5,5'-hexabroomdifenyylether	PBDE153	Gesommeerd		
	2,2',4,4',5-pentabroomdifenyylether	PBDE99			
	2,2',4,4',6-pentabroomdifenyylether	PBDE100			
	2,2',4,4'-tribroomdifenyylether	PBDE47			
2,4,4'-tribroomdifenyylether	PBDE28				
HCb (lever) Natgewicht en omgerekend naar drooggewicht	Hexachloorbenzeen		Gemiddelde, min, max per meetmoment		
HxC1b1Den (lever) Natgewicht en omgerekend naar drooggewicht	Hexachloorbutadieen		Gemiddelde, min, max per meetmoment		
S-FC-N-027	Mossel	Metalen (selectie) Drooggewicht Natgewicht en omgerekend naar drooggewicht	arsen (mg/kg)	As	Gemiddelde per meetmoment
			cadmium (mg/kg)	Cd	
			chrom (mg/kg)	Cr	
			koper (mg/kg)	Cu	
			kwik (mg/kg)	Hg	
			lood (mg/kg)	Pb	
			nikkel (mg/kg)	Ni	
		zink (mg/kg)	Zn		
		PCB's Drooggewicht Natgewicht en omgerekend naar drooggewicht	2,2',3,3',4,4',5-heptachloorbifenyyl	PCB170	Gesommeerd/TEQ
			2,2',3,4',5,5',6-heptachloorbifenyyl	PCB187	
			2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyyl	PCB138	
			2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyyl	PCB180	
			2,2',3,5'-tetrachloorbifenyyl	PCB44	
2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyyl	PCB153				
2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyyl	PCB101				
2,2',5,5'-tetrachloorbifenyyl	PCB52				
2,3',4,4',5-pentachloorbifenyyl	PCB118				
2,3,3',4,4'-pentachloorbifenyyl	PCB105				
2,4',5-trichloorbifenyyl	PCB31				
2,4,4'-trichloorbifenyyl	PCB28				

Table 98: Meetdichtheidsmatrixes voor metingen in het oppervlaktewater bij Schaar van Ouden Doel met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.

Parameter	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Saliniteit [DIMSLS]	13	13	13	13	13	13	12	13	12	13	13	12
Temperatuur [C]	26	26	26	26	26	26	25	26	25	26	26	25
Zuurstof [mg/L]	26	26	26	26	26	26	25	26	25	26	26	25
Zuurstof [%]	26	26	26	26	26	26	24	26	25	26	26	25
Chlorofyl-a [ug/L]	26	26	26	26	26	26	27	24	25	25	25	25
Feofytine [ug/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Doorzicht [dm]	26	25	26	25	25	26	26	26	25	26	25	25
Extinctiecoefficient [/m]	19	23	24	17	21	24	17	16	17	19	18	22
Zwevende stof [mg/L]	26	26	26	26	25	26	26	26	25	26	26	25
Stikstof filtratie [mg/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stikstof particulier [mg/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ammonium [mg/L]	26	26	26	26	26	26	27	26	25	26	26	25
Nitriet [mg/L]	26	26	26	26	26	26	27	26	25	26	26	25
Nitraat [mg/L]	26	26	26	26	26	26	27	26	25	26	26	25
Fosfaat filtratie[mg/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fosfaat particulier [mg/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Silicaat [mg/L]	26	26	26	26	26	26	27	26	25	26	26	25
Koolstof opgelost[mg/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Koolstof particulier [mg/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Orthofosfaat [mg/L]	26	26	26	26	26	26	27	26	25	26	26	25
Biochemisch zuurstofverbruik [mg/L]	13	13	13	13	13	13	14	13	12	13	13	12
Chemisch zuurstofverbruik [mg/L]	13	13	13	13	13	13	14	13	12	13	13	12
Boor [ug/L]	26	26	26	26	26	26	27	26	24	26	24	24
Boor filtratie [ug/L]	26	26	26	26	26	26	26	26	25	26	24	25
Chroom [ug/L]	26	26	26	26	26	26	27	26	24	26	24	24
Chroom filtratie [ug/L]	26	26	26	26	26	26	26	26	25	26	24	25
Koper [ug/L]	26	26	26	26	26	26	27	26	24	26	24	24
Koper filtratie [ug/L]	25	26	26	26	26	26	26	26	25	26	24	25
Uranium [ug/L]	26	26	26	26	26	26	27	26	24	26	24	24
Uranium filtratie [ug/L]	26	26	26	26	26	26	26	26	25	26	24	25
Vanadium [ug/L]	26	26	26	26	26	26	27	26	24	26	24	24
Vanadium filtratie [ug/L]	26	26	26	26	26	26	26	26	25	26	24	25
Zink [ug/L]	26	26	26	26	26	26	27	26	24	26	24	24
Zink filtratie [ug/L]	25	26	26	26	26	26	26	26	25	26	24	25

Table 99: Meetdichtheidsmatrices voor metingen in het oppervlaktewater bij Hansweert geul met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.

Parameter	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Saliniteit [DIMSLS]	19	19	19	19	19	19	19	18	19	19	19	19
Temperatuur [C]	19	19	19	19	19	20	19	18	19	19	19	19
Zuurstof [mg/L]	19	19	19	19	19	20	19	18	19	19	19	19
Zuurstof [%]	19	17	19	13	13	14	19	18	19	19	19	19
Chlorofyl-a [ug/L]	19	18	19	19	19	20	19	18	19	19	19	15
Feofytine [ug/L]	19	18	19	19	19	20	19	18	19	19	19	15
Doorzicht [dm]	19	18	18	19	18	19	19	18	19	19	19	19
Extinctiecoefficient [/m]	15	17	14	18	15	17	9	10	11	16	12	12
Zwevende stof [mg/L]	19	19	19	19	19	20	19	19	19	19	19	19
Stikstof filtratie [mg/L]	19	19	19	19	19	20	19	19	18	19	17	19
Stikstof particulier [mg/L]	19	19	19	19	19	20	18	19	19	19	19	19
Ammonium [mg/L]	19	18	19	19	18	20	19	19	19	19	17	19
Nitriet [mg/L]	19	18	19	19	18	20	18	19	19	19	17	19
Nitraat [mg/L]	19	18	19	19	18	20	18	19	19	19	17	19
Fosfaat filtratie[mg/L]	19	19	19	19	19	20	18	19	18	19	19	19
Fosfaat particulier [mg/L]	19	19	19	19	19	20	16	19	19	19	19	19
Silicaat [mg/L]	19	18	19	19	18	20	18	19	19	19	17	19
Koolstof opgelost[mg/L]	19	19	19	19	19	20	19	19	18	19	19	19
Koolstof particulier [mg/L]	19	19	19	19	19	20	18	19	19	19	19	19
Orthofosfaat [mg/L]	19	18	19	19	18	20	18	19	19	19	17	19
Biochemisch zuurstofverbruik [mg/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chemisch zuurstofverbruik [mg/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Boor [ug/L]	0	13	1	13	13	14	13	13	13	13	12	13
Boor filtratie [ug/L]	0	13	1	13	13	14	13	13	13	13	12	13
Chroom [ug/L]	0	13	1	13	13	14	13	13	13	13	12	13
Chroom filtratie [ug/L]	0	13	1	13	13	14	13	13	13	13	12	13
Koper [ug/L]	0	13	1	13	13	14	13	13	13	13	12	13
Koper filtratie [ug/L]	13	13	1	13	13	14	13	13	13	13	12	13
Uranium [ug/L]	0	13	1	13	13	14	13	13	13	13	12	13
Uranium filtratie [ug/L]	0	13	1	13	13	14	13	13	13	13	12	13
Vanadium [ug/L]	0	13	1	13	13	14	13	13	13	13	12	13
Vanadium filtratie [ug/L]	0	13	1	13	13	14	13	13	13	13	12	13
Zink [ug/L]	0	13	1	13	13	14	13	13	13	13	12	13
Zink filtratie [ug/L]	13	13	1	13	13	14	13	13	13	13	12	13

B Meetdichtheidmatrices

B.1 Oppervlaktewater

B.1.1 Schaar van Ouden Doel

B.1.2 Hansweert geul

B.1.3 Terneuzen boei 20

B.1.4 Vlissingen boei SSVH

B.1.5 Walcheren 2 km uit de kust

B.1.6 Walcheren 20 km uit de kust

B.2 Zwevende stof

B.2.1 Schaar van Ouden Doel

B.2.2 Vlissingen boei SSVH

B.3 Biota

B.3.1 Bot

B.3.2 Mosselen

B.3.2.1 Metaal - natgewicht

B.3.2.2 Metaal - drooggewicht

B.3.2.3 PAK en PCB - drooggewicht

B.3.2.4 PAK en PCB - natgewicht

B.3.2.5 Overige

C Indeling fytoplankton

Table 100: Meetdichtheidsmatrices voor metingen in het oppervlaktewater bij Terneuzen boei 20 met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.

Parameter	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Saliniteit [DIMSLS]	13	13	13	13	13	14	13	11	13	13	13	13
Temperatuur [C]	13	13	13	13	13	14	13	11	13	13	13	13
Zuurstof [mg/L]	13	13	13	13	13	14	13	11	13	13	13	13
Zuurstof [%]	13	13	13	13	13	14	13	11	13	13	13	13
Chlorofyl-a [ug/L]	13	12	13	13	13	14	13	12	14	13	13	10
Feofytine [ug/L]	13	12	13	13	13	14	13	12	14	13	13	10
Doorzicht [dm]	13	12	12	13	12	13	13	11	13	13	13	13
Extinctiecoefficient [/m]	12	11	11	12	9	12	8	6	10	10	7	10
Zwevende stof [mg/L]	33	13	13	13	13	14	13	12	14	13	13	13
Stikstof filtratie [mg/L]	13	13	13	13	13	14	13	12	14	13	13	13
Stikstof particulier [mg/L]	14	13	13	13	13	14	13	12	13	13	13	13
Ammonium [mg/L]	14	13	13	13	12	14	13	12	14	13	13	11
Nitriet [mg/L]	14	13	13	13	12	14	12	12	14	13	13	11
Nitraat [mg/L]	14	13	13	13	12	14	12	12	14	13	13	11
Fosfaat filtratie[mg/L]	13	13	13	13	13	14	12	12	13	13	13	12
Fosfaat particulier [mg/L]	14	13	13	13	13	14	12	12	14	13	13	12
Silicaat [mg/L]	14	13	13	13	12	14	12	12	14	13	13	11
Koolstof opgelost[mg/L]	14	13	13	13	13	14	13	12	14	13	13	13
Koolstof particulier [mg/L]	14	13	13	13	13	14	13	12	13	13	13	13
Orthofosfaat [mg/L]	14	13	13	13	12	14	12	12	14	13	13	11
Biochemisch zuurstofverbruik [mg/L]	0	0	0	9	13	14	13	12	14	13	13	13
Chemisch zuurstofverbruik [mg/L]	0	0	0	9	13	14	13	12	14	13	13	13
Boor [ug/L]	0	13	1	13	13	14	13	12	14	13	12	13
Boor filtratie [ug/L]	0	13	1	13	13	14	13	12	14	13	12	13
Chroom [ug/L]	0	13	1	13	13	14	13	12	14	13	12	13
Chroom filtratie [ug/L]	0	13	1	13	12	14	13	12	14	13	12	13
Koper [ug/L]	0	13	1	13	13	13	13	12	14	13	12	13
Koper filtratie [ug/L]	13	13	1	13	13	14	13	12	14	13	12	13
Uranium [ug/L]	0	13	1	13	13	14	13	12	14	13	12	13
Uranium filtratie [ug/L]	0	13	1	13	13	14	13	12	14	13	12	13
Vanadium [ug/L]	0	13	1	13	13	14	13	12	14	13	12	13
Vanadium filtratie [ug/L]	0	13	1	13	13	14	13	12	14	13	12	13
Zink [ug/L]	0	13	1	13	13	14	13	12	14	13	12	13
Zink filtratie [ug/L]	13	13	1	13	13	14	13	12	14	13	12	13

Table 101: Meetdichtheidsmatrices voor metingen in het oppervlaktewater bij Vlissingen boei SSVH met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.

Parameter	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Saliniteit [DIMSLs]	28	19	21	19	21	21	20	20	19	19	19	19
Temperatuur [C]	28	19	21	19	21	22	20	20	19	19	19	19
Zuurstof [mg/L]	28	19	19	19	19	20	18	19	19	19	19	19
Zuurstof [%]	28	19	19	18	19	20	18	19	19	19	19	19
Chlorofyl-a [ug/L]	27	17	19	19	19	19	19	19	19	19	19	14
Feofytine [ug/L]	27	17	19	19	19	19	19	19	19	19	19	14
Doorzicht [dm]	25	16	19	18	18	20	19	19	19	19	19	19
Extinctiecoefficient [/m]	17	14	14	15	11	14	9	10	13	17	11	11
Zwevende stof [mg/L]	37	19	19	19	19	20	19	19	19	19	19	19
Stikstof filtratie [mg/L]	27	19	19	19	19	20	19	19	18	19	17	19
Stikstof particulier [mg/L]	28	19	19	19	19	20	18	19	19	19	19	19
Ammonium [mg/L]	28	19	19	19	18	20	19	19	19	19	17	18
Nitriet [mg/L]	28	19	19	19	18	20	18	19	19	19	17	18
Nitraat [mg/L]	28	19	19	19	18	20	18	19	19	19	17	18
Fosfaat filtratie[mg/L]	27	19	19	19	19	20	18	19	18	19	19	19
Fosfaat particulier [mg/L]	28	19	19	19	19	20	17	19	19	19	19	19
Silicaat [mg/L]	28	19	19	19	18	20	18	19	19	19	17	18
Koolstof opgelost[mg/L]	28	19	19	19	19	20	19	19	19	19	19	19
Koolstof particulier [mg/L]	28	19	19	19	19	20	18	19	19	19	19	19
Orthofosfaat [mg/L]	28	19	19	19	18	20	18	19	19	19	17	17
Biochemisch zuurstofverbruik [mg/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chemisch zuurstofverbruik [mg/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Boor [ug/L]	0	13	1	13	13	14	13	13	13	13	12	13
Boor filtratie [ug/L]	0	13	1	13	13	14	13	13	13	13	12	13
Chroom [ug/L]	0	13	1	13	13	14	13	13	13	13	12	13
Chroom filtratie [ug/L]	0	13	1	13	13	14	13	13	13	13	12	13
Koper [ug/L]	0	13	1	13	13	14	13	13	13	13	12	13
Koper filtratie [ug/L]	13	13	1	13	13	14	13	13	13	13	12	13
Uranium [ug/L]	0	13	1	13	13	14	13	13	13	13	12	13
Uranium filtratie [ug/L]	0	13	1	13	13	14	13	13	13	13	12	13
Vanadium [ug/L]	0	13	1	13	13	14	13	13	13	13	12	13
Vanadium filtratie [ug/L]	0	13	1	13	13	14	13	13	13	13	12	13
Zink [ug/L]	0	13	1	13	13	14	13	13	13	13	12	13
Zink filtratie [ug/L]	13	13	1	13	13	14	13	13	13	13	12	13

Table 102: Meetdichtheidsmatrices voor metingen in het oppervlaktewater bij Walcheren 2 km uit de kust met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.

Parameter	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Saliniteit [DIMSLS]	12	12	12	10	12	12	12	12	12	12	12	10
Temperatuur [C]	12	12	12	10	12	12	12	12	12	12	12	10
Zuurstof [mg/L]	12	11	12	10	12	10	12	12	12	12	12	10
Zuurstof [%]	0	11	12	10	12	10	12	12	12	12	12	10
Chlorofyl-a [ug/L]	12	12	11	11	12	12	12	12	12	12	12	10
Feofytine [ug/L]	12	12	11	11	12	12	12	12	12	12	12	10
Doorzicht [dm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Extinctiecoefficient [/m]	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	0	0
Zwevende stof [mg/L]	12	12	12	11	12	12	12	12	11	12	12	10
Stikstof filtratie [mg/L]	11	12	12	11	12	11	11	12	12	12	12	10
Stikstof particulier [mg/L]	12	12	12	11	12	12	12	12	11	12	12	10
Ammonium [mg/L]	11	12	12	11	12	13	17	12	12	12	12	10
Nitriet [mg/L]	11	12	12	11	12	13	17	12	12	12	12	10
Nitraat [mg/L]	11	12	12	11	12	13	17	12	12	12	12	10
Fosfaat filtratie[mg/L]	11	12	12	11	12	12	12	12	12	12	12	10
Fosfaat particulier [mg/L]	12	12	12	11	12	12	12	12	11	12	12	10
Silicaat [mg/L]	11	12	12	11	12	13	17	12	12	12	12	10
Koolstof opgelost[mg/L]	12	12	12	11	12	12	12	12	12	12	12	10
Koolstof particulier [mg/L]	12	12	12	11	12	12	12	12	11	12	12	10
Orthofosfaat [mg/L]	11	12	12	11	12	13	17	12	12	12	12	10
Biochemisch zuurstofverbruik [mg/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chemisch zuurstofverbruik [mg/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Boor [ug/L]	0	4	2	10	12	12	12	12	12	12	12	10
Boor filtratie [ug/L]	0	4	2	11	12	12	12	12	12	12	12	10
Chroom [ug/L]	0	4	2	10	12	12	12	12	12	12	12	10
Chroom filtratie [ug/L]	0	4	2	11	12	12	12	12	12	12	12	10
Koper [ug/L]	0	4	2	10	12	12	12	12	12	12	12	10
Koper filtratie [ug/L]	12	12	2	11	12	12	11	12	12	12	12	9
Uranium [ug/L]	0	4	2	10	12	12	12	12	12	12	12	10
Uranium filtratie [ug/L]	0	4	2	11	12	12	12	12	12	12	12	10
Vanadium [ug/L]	0	4	2	10	12	12	12	12	12	12	12	10
Vanadium filtratie [ug/L]	0	4	2	11	12	12	12	12	12	12	12	10
Zink [ug/L]	0	4	2	10	12	12	12	12	12	12	12	10
Zink filtratie [ug/L]	12	12	2	11	12	12	12	12	12	12	12	10

Table 103: Meetdichtheidsmatrices voor metingen in het oppervlaktewater bij Walcheren 20 km uit de kust met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.

Parameter	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Saliniteit [DIMSLS]	12	12	12	9	12	12	12	12	12	12	12	10
Temperatuur [C]	12	12	12	9	12	12	12	12	12	12	12	10
Zuurstof [mg/L]	12	12	12	9	12	12	12	12	12	12	12	10
Zuurstof [%]	0	12	12	9	12	12	12	12	12	12	12	10
Chlorofyl-a [ug/L]	11	12	11	10	12	12	12	12	12	12	12	10
Feofytine [ug/L]	11	12	11	10	12	12	12	12	12	12	12	10
Doorzicht [dm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Extinctiecoefficient [/m]	0	0	0	0	0	2	4	3	4	8	2	6
Zwevende stof [mg/L]	12	12	12	10	12	12	12	12	12	12	12	10
Stikstof filtratie [mg/L]	11	12	12	10	12	12	12	12	12	12	12	10
Stikstof particulier [mg/L]	11	12	12	10	12	12	12	12	12	12	12	10
Ammonium [mg/L]	11	12	12	10	12	13	15	12	12	12	12	10
Nitriet [mg/L]	11	12	12	10	12	12	17	12	12	12	12	10
Nitraat [mg/L]	11	12	12	10	12	13	16	12	12	12	12	10
Fosfaat filtratie[mg/L]	11	12	12	10	12	12	12	12	12	12	12	10
Fosfaat particulier [mg/L]	12	12	12	10	12	12	10	12	12	12	11	10
Silicaat [mg/L]	11	12	12	10	12	13	17	12	12	12	12	10
Koolstof opgelost[mg/L]	12	12	12	10	12	12	12	12	12	12	12	10
Koolstof particulier [mg/L]	11	12	12	10	12	12	12	12	12	12	12	10
Orthofosfaat [mg/L]	11	12	12	10	12	13	17	12	12	12	12	10
Biochemisch zuurstofverbruik [mg/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chemisch zuurstofverbruik [mg/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Boor [ug/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Boor filtratie [ug/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chroom [ug/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chroom filtratie [ug/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Koper [ug/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Koper filtratie [ug/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Uranium [ug/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Uranium filtratie [ug/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vanadium [ug/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vanadium filtratie [ug/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zink [ug/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zink filtratie [ug/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table 104: Meetdichtheidsmatrices voor metingen in het zwevende stof bij Schaar van Ouden Doel met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.

Parameter	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Korrel 63 um [%]	25	13	13	13	13	13	14	13	13	13	13	6
Korrel 2 um [%]	26	13	13	13	13	13	14	13	13	13	13	6
Arseen [mg/kg]	0	0	0	13	13	13	3	13	13	13	13	12
Cadmium [mg/kg]	26	13	13	13	13	13	3	13	13	13	13	12
Chroom [mg/kg]	26	13	13	13	13	13	3	13	13	13	13	12
Kobalt [mg/kg]	26	13	13	13	13	13	3	13	13	13	13	12
Koper [mg/kg]	26	13	13	13	13	13	3	13	13	13	13	12
Kwik [mg/kg]	26	13	13	13	13	13	8	13	13	13	13	12
Lood [mg/kg]	26	13	13	13	13	13	3	13	13	13	13	12
Vanadium [mg/kg]	26	13	13	13	13	13	3	13	13	13	13	12
Zink [mg/kg]	26	13	13	13	13	13	3	13	13	13	13	12
Antraceen [mg/kg]	26	13	13	13	13	13	14	13	13	13	13	12
Benzoapyreen [mg/kg]	26	13	13	13	13	13	14	13	13	13	13	12
Benzoperyleen [mg/kg]	26	13	13	13	13	13	14	13	13	13	13	12
Benzoaantraceen [mg/kg]	26	13	13	13	13	13	14	13	13	13	13	12
Benzokfluorantheen [mg/kg]	26	13	13	13	13	13	14	13	13	13	13	12
Chryseen [mg/kg]	26	13	13	13	13	13	14	13	13	13	13	12
Fenanthreen [mg/kg]	26	13	13	13	13	13	14	13	13	13	13	12
Indeno [mg/kg]	26	13	13	13	13	13	14	13	13	13	13	12
PCB180 [ug/kg]	26	13	13	13	13	13	14	13	13	13	13	12
PCB138 [ug/kg]	26	13	13	13	13	13	14	13	13	13	13	12
PCB153 [ug/kg]	26	13	13	13	13	13	14	13	13	13	13	12
PCB101 [ug/kg]	26	13	13	13	13	13	14	13	13	13	13	12
PCB52 [ug/kg]	26	13	13	13	13	13	14	13	13	13	13	12
PCB118 [ug/kg]	26	13	13	13	13	13	14	13	13	13	13	12
PCB28 [ug/kg]	26	13	13	13	13	13	14	13	13	13	13	12
Hexachloorbenzeen [ug/kg]	26	13	13	13	13	13	14	13	13	13	13	12
Fluorantheen [mg/kg]	26	13	13	13	13	13	14	13	13	13	13	12
Naftaleen [mg/kg]	26	13	13	13	13	13	14	13	13	13	13	12
Dieldrin [ug/kg]	25	13	13	13	13	13	14	13	13	13	13	12

Table 105: Meetdichtheidsmatrices voor metingen in het zwevende stof bij Vlissingen boei SSVH met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.

Parameter	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Korrel 63 um [%]	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Korrel 2 um [%]	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Arseen [mg/kg]	13	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4
Cadmium [mg/kg]	13	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4
Chroom [mg/kg]	13	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4
Kobalt [mg/kg]	0	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4
Koper [mg/kg]	13	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4
Kwik [mg/kg]	13	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	3
Lood [mg/kg]	13	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4
Vanadium [mg/kg]	0	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4
Zink [mg/kg]	13	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4
Antraceen [mg/kg]	13	4	4	4	4	4	0	0	4	4	4	4
Benzoapyreen [mg/kg]	13	4	4	4	4	4	0	0	4	4	4	4
Benzoperyleen [mg/kg]	13	4	4	4	4	4	0	0	4	4	4	4
Benzoantraceen [mg/kg]	13	4	4	4	4	4	0	0	4	4	4	4
Benзокfluorantheen [mg/kg]	13	4	4	4	4	4	0	0	4	4	4	4
Chryseen [mg/kg]	13	4	4	4	4	4	0	0	4	4	4	4
Fenanthreen [mg/kg]	13	4	4	4	4	4	0	0	4	4	4	4
Indeno [mg/kg]	13	4	4	4	4	4	0	0	4	4	4	4
PCB180 [ug/kg]	4	4	4	4	4	4	0	0	4	4	4	4
PCB138 [ug/kg]	4	4	4	4	4	4	0	0	4	4	4	4
PCB153 [ug/kg]	4	4	4	4	4	4	0	0	4	4	4	4
PCB101 [ug/kg]	4	4	4	4	4	4	0	0	4	4	4	4
PCB52 [ug/kg]	4	4	4	4	4	4	0	0	4	4	4	4
PCB118 [ug/kg]	4	4	4	4	4	4	0	0	4	4	4	4
PCB28 [ug/kg]	4	4	4	4	4	4	0	0	4	4	4	4
Hexachloorbenzeen [ug/kg]	4	4	4	4	4	4	0	0	4	4	4	4
Fluorantheen [mg/kg]	13	4	4	4	4	4	0	0	4	4	4	4
Naftaleen [mg/kg]												NaN
Dieldrin [ug/kg]												NaN

Table 106: Meetdichtheidsmatrices voor metingen biota bot bij Middelgat met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.

Parameter	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
tenzij anders aangegeven)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Cadmium [mg/kg]	5	3	5	5	4	5	5	5	5	5	10	0
Koper [mg/kg]	0	5	5	4	5	4	5	5	4	5	9	0
Kwik [mg/kg]	4	5	5	5	5	5	4	4	0	5	5	0
Lood [mg/kg]	0	5	5	5	4	4	5	4	4	5	10	0
Zink [mg/kg]	0	5	4	5	5	5	5	5	5	5	10	0
2,2',3,3',4,4',5,5',6-nonachloorbifenyl	5	5	5	5	5	5	5	4	3	5	5	0
2,2',3,3',4,4',5,5'-octachloorbifenyl	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	0
2,2',3,3',4,4',5-heptachloorbifenyl	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	0
2,2',3,3',4,4'-hexachloorbifenyl	5	4	5	5	5	4	5	0	5	5	5	0
2,2',3,4',5',6-hexachloorbifenyl	3	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	0
2,2',3,4',5,5',6-heptachloorbifenyl	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	0
2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyl	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	0
2,2',3,4,4',5-hexachloorbifenyl	4	5	5	5	5	5	4	5	3	5	5	0
2,2',3,4,4'-pentachloorbifenyl	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	0
2,2',3,4,5'-pentachloorbifenyl	5	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	0
2,2',3,4,5,5'-hexachloorbifenyl	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	0
2,2',3,5,5',6-hexachloorbifenyl	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	0
2,2',4,5'-tetrachloorbifenyl	4	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5	0
2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyl	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	0
2,2',5,5'-tetrachloorbifenyl	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	0
2,3',4,4',5-pentachloorbifenyl	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	0
2,3,3',4',6-pentachloorbifenyl	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	0
2,3,3',4'-tetrachloorbifenyl	3	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5	0
2,3,3',4,4',5-hexachloorbifenyl	4	5	5	4	5	5	5	0	5	5	5	0
2,3,3',4,4'-pentachloorbifenyl	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0
2,4',5-trichloorbifenyl	5	5	5	5	5	5	3	4	5	5	5	0
2,4,4'-trichloorbifenyl	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	0
2,2',4,4',5,5'-hexabroomdifenyylether	0	0	5	3	3	2	2	2	1	5	5	0
2,2',4,4',5-pentabroomdifenyylether	0	0	5	4	4	3	4	3	3	5	5	0
2,2',4,4',6-pentabroomdifenyylether	0	0	5	5	5	5	4	5	3	5	5	0
2,2',4,4'-tetrabroomdifenyylether	0	0	5	5	5	5	5	5	4	5	5	0
hexachloorbenzeen	5	5	5	5	5	4	5	4	2	5	5	0
hexachloorbutadien	0	3	5	3	3	2	3	4	1	5	5	0

Table 107: Meetdichtheidsmatrices voor metingen biota mosselen metaal bij Hoedekenskerke boei 4 met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.

Parameter	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Arseen natgewicht [mg/kg]	4	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Cadmium natgewicht [mg/kg]	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Chroom natgewicht [mg/kg]	4	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Koper natgewicht [mg/kg]	4	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Kwik natgewicht [mg/kg]	3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Lood natgewicht [mg/kg]	4	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Nikkel natgewicht [mg/kg]	4	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Zink natgewicht [mg/kg]	3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0

Table 108: Meetdichtheidsmatrices voor metingen biota mosselen metaal bij Hooge Platen met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.

Parameter	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Arseen natgewicht [mg/kg]	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Cadmium natgewicht [mg/kg]	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Chroom natgewicht [mg/kg]	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Koper natgewicht [mg/kg]	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Kwik natgewicht [mg/kg]	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Lood natgewicht [mg/kg]	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Nikkel natgewicht [mg/kg]	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Zink natgewicht [mg/kg]	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0

Table 109: Meetdichtheidsmatrices voor metingen biota mosselen metaal bij Knuitershoek met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.

Parameter	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Arseen natgewicht [mg/kg]	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	0
Cadmium natgewicht [mg/kg]	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	0
Chroom natgewicht [mg/kg]	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	0
Koper natgewicht [mg/kg]	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	0
Kwik natgewicht [mg/kg]	0	0	0	4	8	4	4	4	4	4	4	0
Lood natgewicht [mg/kg]	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	0
Nikkel natgewicht [mg/kg]	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	0
Zink natgewicht [mg/kg]	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	0

Table 110: Meetdichtheidsmatrices voor metingen biota mosselen metaal bij Hansweert boei OHMG met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.

Parameter	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Arseen drooggewicht [mg/kg]	0	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0
Cadmium drooggewicht [mg/kg]	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0
Chroom drooggewicht [mg/kg]	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0
Koper drooggewicht [mg/kg]	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0
Kwik drooggewicht [mg/kg]	2	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Lood drooggewicht [mg/kg]	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0
Nikkel drooggewicht [mg/kg]	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0
Zink drooggewicht [mg/kg]	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0

Table 111: Meetdichtheidsmatrices voor metingen biota mosselen metaal bij Vlissingen boei SSVH met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.

Parameter	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Arseen drooggewicht [mg/kg]	0	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0
Cadmium drooggewicht [mg/kg]	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0
Chroom drooggewicht [mg/kg]	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0
Koper drooggewicht [mg/kg]	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0
Kwik drooggewicht [mg/kg]	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Lood drooggewicht [mg/kg]	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0
Nikkel drooggewicht [mg/kg]	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0
Zink drooggewicht [mg/kg]	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0

Table 112: Meetdichtheidsmatrices voor metingen biota mosselen PAK en PCB bij Hansweert boei OHMG met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.

Parameter	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Benzo(a)pyreen [ug/kg]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Benzo(b)fluorantheen [ug/kg]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Benzo(g,h,i)peryleen [ug/kg]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Fluorantheen [ug/kg]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen [ug/kg]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Benzo(k)fluorantheen [ug/kg]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
2,2',3,3',4,4',5-heptachloorbifenyl in ug/kg	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,2',3,4,4',5-hexachloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,2',3,4',5,5',6-heptachloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,2',5,5'-tetrachloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,2',5-trichloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,3',4,4',5-pentachloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,4',5-trichloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,4,4'-trichloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0

Table 113: Meetdichtheidsmatrices voor metingen biota mosselen PAK en PCB bij Vlissingen boei SSVH met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.

Parameter	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Benzo(a)pyreen [ug/kg]	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Benzo(b)fluorantheen [ug/kg]	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Benzo(g,h,i)peryleen [ug/kg]	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluorantheen [ug/kg]	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen [ug/kg]	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Benzo(k)fluorantheen [ug/kg]	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,2',3,3',4,4',5-heptachloorbifenyl in ug/kg	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,2',3,4,4',5-hexachloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,2',3,4',5,5',6-heptachloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,2',5,5'-tetrachloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,2',5-trichloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,3',4,4',5-pentachloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,4',5-trichloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,4,4'-trichloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0

Table 114: Meetdichtheidsmatrices voor metingen biota mosselen PCB en PBDEs bij Knuitershoek met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.

Parameter	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
2,2',3,3',4,4',5,5',6-nonachloorbifenyl [ug/kg]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
2,2',3,3',4,4',5,5'-octachloorbifenyl [ug/kg]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
2,2',3,3',5,5',6,6'-octachloorbifenyl [ug/kg]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
2,2',3,4',5',6-hexachloorbifenyl [ug/kg]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
2,2',3,4',5,5',6-heptachloorbifenyl [ug/kg]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyl [ug/kg]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
2,2',3,4,4',5-hexachloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,2',3,4,4'-pentachloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,2',3,4,5'-pentachloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,2',3,4,5,5'-hexachloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,2',3,5,5',6-hexachloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,2',4,4'-tetrachloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,2',4,5'-tetrachloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,2',5,5'-tetrachloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0
2,3',4,4',5-pentachloorbifenyl [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0

Table 115: Meetdichtheidsmatrices voor metingen biota mosselen overige bij Knuitershoek met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.

Parameter	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
hexachloorbutadien [ug/kg]	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0

Table 116: Indeling van fytoplankton in trofies en groepen.

Naam	Code	BTX	AphiaID	Trofie	Groep
Achnanthes	ACHNSPEC	5232301000	149191	Autotroof	Diatomee
Actinastrum	ACNASPEC	5115201000	160542	Autotroof	Groenwieren
Actinastrum hantzschii	ACNAHANT	5115201030	160543	Autotroof	Groenwieren
Actiniscus pentasterias	ACNIPENT	5257101010	109717	Heterotroof	Dinoflagellat
Actinocyclus normanii	ACCYNORM	5231301030	148945	Autotroof	Diatomee
Actinocyclus octonarius	ACCYOCTO	5231301020	149164	Autotroof	Diatomee
Actinoptychus senarius	ACPTSENA	5231201020	148948	Autotroof	Diatomee
Actinoptychus splendens	ACPTSPLE	5231201010	148949	Autotroof	Diatomee
Alexandrium	ALEXSPEC	5253401000	109470	Autotroof	Dinoflagellat
Alexandrium ostenfeldii	ALEXOSTE	5253401050	109712	Autotroof	Dinoflagellat
Alexandrium tamarense	ALEXTAMA	5252801040	109714	Autotroof	Dinoflagellat
Amphidinium	AMDISPEC	5252101000	109473	Beide of onbekend	Dinoflagellat
Amphidinium crassum	AMDICRAS	5252101100	109726	Heterotroof	Dinoflagellat
Amphidinium longum	AMDILONG	5252101030	109741	Heterotroof	Dinoflagellat
Amphidinium sphenoides	AMDISPHE	5252101040	109754	Heterotroof	Dinoflagellat
Amphora	AMRASPEC	5232403000	149200	Autotroof	Diatomee
Amphora {}2{}	AMHR	99999X0061		Autotroof	Diatomee
Anabaena	ANNASPEC	5614601000	146585	Autotroof	Blauwwieren
Ankistrodesmus	ANKISPEC	5115301000	163489	Autotroof	Groenwieren
Apedinella spinifera	APEDSPIN	5211602010	248097	Autotroof	Overig
Aphanizomenon	APNISPEC	5614603000	160567	Autotroof	Blauwwieren
Aphanothece	APTHSPEC	5611102000	146715	Autotroof	Blauwwieren
Asterionella formosa	ASRIFORM	5232101010	148954	Autotroof	Diatomee
Asterionella glacialis	ASRIGLAC	5232101030	149139	Autotroof	Diatomee
Asterionella kariana	ASRIKARI	5232101040	251745	Autotroof	Diatomee
Asterionellopsis glacialis	ASTEGLAC	99999X0063	149139	Autotroof	Diatomee
Asteroplanus kariana	ASOPKARI	99999X0064	251745	Autotroof	Diatomee
Attheya	ATTHSPEC	5231601000	160519	Autotroof	Diatomee
Aulacodiscus argus	AUDIARGU	5231302010	149280	Autotroof	Diatomee
Aulacoseira	AUSESPEC	5231116000	148959	Autotroof	Diatomee
Aulacoseira ambigua	AUSEAMBI	5231106010	148960	Autotroof	Diatomee
Aulacoseira granulata	AUSEGRAN	5231106070	148961	Autotroof	Diatomee
Auliscus sculptus	AULISCU	5231303010	699641	Autotroof	Diatomee
Bacillaria paxillifer	BALAPAXI	5232601010	558243	Autotroof	Diatomee
Bacteriastrium delicatulum	BAASDELI	5231501030	164108	Autotroof	Diatomee
Bacteriastrium hyalinum	BAASHYAL	5231501010	149119	Autotroof	Diatomee
Bellerochea malleus	BELLMALL	5231602010	447730	Autotroof	Diatomee
Biddulphia alternans	BIDDALTE	99999X0066	699394	Autotroof	Diatomee
Biota	BIOT	99999X0067		Beide of onbekend	Overig
Botryococcaceae	BOTRYOAE	5114800000	493881	Autotroof	Groenwieren
Botryococcus	BOOCSPEC	5114801000	248103	Autotroof	Groenwieren
Brachiomonas	BRACSPEC	5111101000	345436	Autotroof	Groenwieren
Brockmanniella	BROC	99999X0068	149136	Autotroof	Diatomee
Brockmanniella brockmannii	BROCBROC	5232114010	149137	Autotroof	Diatomee
Cachonina niei	CACHNIEI	5252705010	233620	Autotroof	Dinoflagellat
Calycomonas	CACOSPEC	5216102000	160548	Autotroof	Overig
Campylodiscus	CADISPEC	5232701000	149616	Autotroof	Diatomee
Campylosira cymbelliformis	CASICYMB	5232130010	149357	Autotroof	Diatomee
Centrales	CENTRALE	5231000000	341285	Autotroof	Diatomee
Cerataulina pelagica	CELIPELA	5231604010	149619	Autotroof	Diatomee
Cerataulus radiatus	CELRADI	5231605010	178126	Autotroof	Diatomee
Cerataulus turgidus	CELTURG	5231605020	162980	Autotroof	Diatomee
Ceratium furca	CETIFUCA	5253101050	495659	Autotroof	Dinoflagellat
Ceratium fusus	CETIFUSU	5253101070	495660	Autotroof	Dinoflagellat
Ceratium horridum	CETIHORR	5253101090	495666	Autotroof	Dinoflagellat