

Eerstelijns Rapportage Westerschelde

1998 - 2020



Eerstelijn Rapportage Westerschelde

1998 - 2020

Auteurs

W. Stolte, B. van Rongen

Eerstelijns Rapportage Westerschelde

1998 - 2020

Opdrachtgever	Rijkswaterstaat WVL, VNSC
Contactpersoon	Albert Mulder
Referenties	
Trefwoorden	hydrodynamiek, waterkwaliteit, zwevend stof, sediment, biota, fytoplankton

Document controle

Versie	1.0
Datum	22-02-2023
Projectnummer	1209394
Document ID	
Pagina's	199
Status	definitief

Auteur(s)

	Willem Stolte, Bob van Rongen	Deltares

Gebruik van deze tabel is voor de controle van juiste uitvoering door Deltares van de opdracht. Ieder ander klantgebruik en externe verspreiding is niet toegestaan.

Doc. Versie	Auteur	Controle	Akkoord
1.0	Willem Stolte, Bob van Rongen	Peter Herman	Toon Segeren

Samenvatting

Deze rapportage is opgemaakt met door RWS in de Scheldemonitor beschikbaar gemaakte hydrodynamische, fysisch-chemische en biologische gegevens (alleen fytoplankton). De rapportage gaat over gegevens verzameld in de periode 1996 tot en met 'r dataJaar' voor de Westerschelde en de monding. De gegevens zijn verkregen in het kader van de Nederlandse MWTL monitoring. Het is een eerste weergave van de beschikbare data en heeft als doel om enkel te beschrijven 'wat men in de meetresultaten ziet'. Het bevat een korte 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.

De verdere duiding van deze en Vlaamse gegevens wordt gedaan in de 6-jarige cyclus van analyse- en evaluatierapportage, de zogenaamde T-rapportages. Aangezien deze analyse- en evaluaties een vastgestelde methodiek volgen van waaruit verdere gevolgtrekkingen wordt gedaan, wordt in deze eerstelijnsrapportage verder geen duiding gegeven aan de resultaten.

Inhoudsopgave

	Samenvatting	4
	Lijst van tabellen	9
	Lijst van figuren	13
1	Voorwoord	20
1.1	Versie	20
2	Inleiding	21
2.1	Achtergrond	21
2.2	Doelstelling	21
2.3	Verwerkte gegevens	21
2.3.1	Ontbrekende gegevens	22
2.4	Leeswijzer	23
3	Hydrodynamiek	24
3.1	Waterstanden	24
3.1.1	Informatie over de metingen	25
3.1.2	Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden	27
3.1.3	Jaargemiddelde getijslag	37
3.1.4	Getijcomponenten	38
3.2	Golven	42
3.2.1	Informatie over de metingen	43
3.2.2	Golfhoogte	45
3.2.3	Golfperiode	45
4	Oppervlaktewater - Fysisch-chemische parameters	61
4.1	Informatie over de metingen	61
4.2	Saliniteit	62
4.2.1	Jaarlijkse waarden	63
4.2.2	Zomer- en winterwaarden	63
4.2.3	Maandelijkse waarden	64
4.3	Watertemperatuur	64
4.3.1	Jaarlijkse waarden	67
4.3.2	Zomer- en de winterwaarden	67
4.3.3	Maandelijkse waarden	69
4.4	Zuurstof	69
4.4.1	Jaarmediane verzadigingspercentage zuurstof	70
4.4.2	Maandelijkse waarden verzadigingspercentage zuurstof	71
4.5	Chlorofyl-a	72
4.5.1	Jaarlijkse waarden	73
4.5.2	Zomer- en winterwaardes	73
4.5.3	Maandelijkse waarden	73
4.6	Feofytine-a	75
4.7	Chemisch en biochemisch zuurstofverbruik	75
4.7.1	Chemisch zuurstofgebruik	77
4.7.2	Biochemisch zuurstofgebruik	77
4.7.2.1	Jaarlijkse waarden	77
4.8	Lichtklimaat	78
4.8.1	Doorzicht	78
4.8.2	Extinctiecoëfficiënt	79

4.9	Zwevende stof	82
4.9.1	Jaarlijkse waarden	82
4.9.2	Gemiddelde waardes in de zomer en de winter	82
4.9.3	Afwijking van het langjarig gemiddelde (anomalie)	85
4.10	Nutriënten	86
4.10.1	Totaal opgelost stikstof	87
4.10.2	Particulair gebonden stikstof	89
4.10.3	Ammonium	91
4.10.4	Nitriet	91
4.10.5	Nitraat	95
4.10.6	Orthofosfaat	96
4.10.7	Totaal opgelost fosfaat	98
4.10.8	Particulair gebonden fosfaat	99
4.10.9	Silicaat	101
4.11	Organisch koolstof	102
4.11.1	Opgelost organisch koolstof	102
4.11.2	Particulair gebonden organisch koolstof	103
4.11.2.1	Jaarlijkse waarden	103
4.11.2.2	jaarmedianen per seizoen	106
4.12	C:N:P ratio's	106
4.13	Metalen	107
4.13.1	Relatie met Saliniteit	111
4.13.2	Boor	112
4.13.3	Boor na filtratie	113
4.13.4	Chroom	115
4.13.5	Chroom na filtratie	116
4.13.6	Koper	118
4.13.7	Koper na filtratie	119
4.13.8	Uranium	121
4.13.9	Uranium na filtratie	122
4.13.10	Vanadium	124
4.13.11	Vanadium na filtratie	125
4.13.12	Zink	127
4.13.13	Zink na filtratie	128
5	Zwevend stof - Fysisch-chemische parameters	130
5.1	Informatie over de metingen	130
5.2	Korrelgrootteverdeling	131
5.2.1	Korrelgroottefractie tot 63 µm	131
5.2.2	Korrelgroottefractie tot 2 µm	131
5.3	Metalen	133
5.3.1	Arseen	135
5.3.2	Cadmium	135
5.3.3	Chroom	135
5.3.4	Kobalt	135
5.3.5	Koper	136
5.3.6	Kwik	136
5.3.7	Lood	136
5.3.8	Vanadium	136
5.3.9	Zink	136
5.4	Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's)	137
5.4.1	Antraceen	139
5.4.2	Benzo[a]pyreen	139
5.4.3	Benzo[g,h,i]peryleen	139

5.4.4	Benzo[a]antraceen	139
5.4.5	Benzo[k]fluorantheen	139
5.4.6	Chryseen	139
5.4.7	Fenanthreen	140
5.4.8	Fluorantheen	140
5.4.9	Indeno[1,2,3-c,d]pyreen	140
5.4.10	Naftaleen	140
5.5	Polychloorbifenylen (PCB's)	140
5.6	Overige stoffen	142
5.6.1	Dieldrin	142
5.6.2	Hexachloorbenzeen	143
5.6.3	Tributyltin	144
6	Bodem - Fysisch-chemische parameters	146
6.1	Informatie over de metingen	146
6.2	Metalen	146
6.3	Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's)	146
6.4	Polychloorbifenylen (PCB's)	152
6.5	Organotinverbindingen	155
6.6	Beschikbare gegevens bodem	155
7	Fytoplankton	158
7.1	Indeling soorten	158
7.2	Informatie over de metingen	159
7.2.1	Stations en jaren	159
7.2.2	Figuren	159
7.2.3	Trendbreuk	160
7.3	Aandeel van groepen per station	160
7.4	Resultaten per station	160
7.4.1	Schaar van Ouden Doel	162
7.4.2	Hansweert geul	162
7.4.3	Vlissingen boei SSVH	165
7.4.4	Walcheren 2 km uit de kust	165
7.4.5	Walcheren 20 km uit de kust	168
7.5	Resultaten per groep	168
7.5.1	Autotroof - Blauwwieren	168
7.5.2	Autotroof - Diatomeeën	168
7.5.3	Autotroof - Dinoflagellaten	171
7.5.4	Autotroof - Groenwieren	171
7.5.5	Autotroof - Phaeocystis	172
7.5.6	Autotroof - overig	172
7.5.7	Heterotroof - Dinoflagellaten	172
7.5.8	Heterotroof - overig	174
7.5.9	Mixotroof - dinoflagellaten	174
7.5.10	Mixotroof - overig	174
8	References	177
A	Overzicht gebruikte data	178
A.1	Gemeten data	178
A.2	Hydrodynamiek	178
A.3	Fysisch-chemische parameters	178
A.3.1	Oppervlaktewater (compartiment 10)	178
A.3.2	Zwevend stof (compartiment 50)	179
A.3.3	Bodem (compartiment 40)	180

A.3.4	Biota (compartiment 60)	181
B	Meetdichtheidmatrices	182
B.1	Oppervlaktewater	182
B.1.1	Schaar van Ouden Doel	182
B.1.2	Hansweert geul	182
B.1.3	Terneuzen boei 20	182
B.1.4	Vlissingen boei SSVH	182
B.1.5	Walcheren 2 km uit de kust	182
B.1.6	Walcheren 20 km uit de kust	182
B.2	Zwevende stof	182
B.2.1	Schaar van Ouden Doel	182
B.2.2	Vlissingen boei SSVH	182
B.3	Biota	182
B.3.1	Bot	182
B.3.2	Mosselen	182
B.3.2.1	Metaal - natgewicht	182
B.3.2.2	Metaal - drooggewicht	182
B.3.2.3	PAK en PCB - drooggewicht	182
B.3.2.4	PAK en PCB - natgewicht	182
B.3.2.5	Overige	182
C	Indeling fytoplankton	195
D	Werkwijze	197
D.1	Achtergrond	197
D.2	Versies van het rapport	198
D.3	Versies van de data	198
D.4	Versiebeheer van de code	198
D.5	Gebruikte software en packages	198

Lijst van tabellen

2.1	De missende data in 2018 voor de Eerstelijnsrapportage van de Westerschelde per groep, parameter en locatie.	23
3.1	Overzicht meetperiode van de waterstand per meetstation. Een asterisk (*) betekent dat data vanaf 1950 is gebruikt.	26
3.2	Jaarlijks mediaan van hoogwater, laagwater en getijslag (cm + NAP) van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.	36
3.3	Gemiddelde waarden van de drie belangrijkste getijcomponenten voor de landelijke meetstations voor de gehele periode. Amplitude in cm. Fase in graden.	38
3.4	Golfspectrum per meetperiode en locatie en meetinstrument in 2018.	44
3.5	Gewogen gemiddelde en maximale waarden voor de golfhoogte in cm (zowel $H_{1/3}$ als H_{m0}) voor alle stations.	46
3.6	Gewogen gemiddelde en maximale waarden voor de golfperiode in s (zowel $T_{H,1/3}$ als T_{m02}) voor alle stations.	53
4.1	Statistiek voor saliniteit (DIMSLS) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	62
4.2	Statistiek voor temperatuur (oC) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 2000.	64
4.3	Statistiek voor zuurstof (%) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	70
4.4	Statistiek voor chlorofyl-a (ug/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 2000	72
4.5	Statistiek voor feofytine-a (ug/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	74
4.6	Statistiek voor chemisch zuurstofverbruik (mg/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	77
4.7	Statistiek voor biochemisch zuurstofverbruik (mg/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	77
4.8	Statistiek voor doorzicht (dm) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 2000.	78
4.9	Statistiek voor lichtextinctie (1/m) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	80
4.10	Statistiek voor zwevend stof (mg/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	82
4.11	Statistiek voor het opgelost stikstofgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	88
4.12	Statistiek voor het particulier stikstofgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	89
4.13	Resultaten voor het ammoniumgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	91

4.14	Resultaten voor het nitrietgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	93
4.15	Resultaten voor het nitraatgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	95
4.16	Resultaten voor het orthofosfaatgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	96
4.17	Resultaten voor het fosfaatgehalte na filtratie in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	98
4.18	Resultaten voor het particulier gebonden fosfaatgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	99
4.19	Resultaten voor het silicaatgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	101
4.20	Resultaten voor het opgelost koolstofgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	102
4.21	Resultaten voor het particulier koolstofgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	103
4.22	Statistiek voor molaire genormaliseerde N-C-ratio van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	107
4.23	Statistiek voor molaire genormaliseerde P-C-ratio van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	107
4.24	Statistiek voor molaire genormaliseerde N-P-ratio van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	107
4.25	Statistiek voor boor (ug/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	112
4.26	Statistiek voor boor na filtratie (ug/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	113
4.27	Statistiek voor chroom (ug/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	115
4.28	Statistiek voor chroom na filtratie (ug/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	116
4.29	Statistiek voor koper (ug/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	118
4.30	Statistiek voor koper na filtratie (ug/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	119
4.31	Statistiek voor uranium (ug/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	121
4.32	Statistiek voor uranium na filtratie (ug/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	122

4.33	Statistiek voor vanadium (ug/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	124
4.34	Statistiek voor vanadium na filtratie (ug/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	125
4.35	Statistiek voor zink (ug/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	127
4.36	Statistiek voor zink na filtratie (ug/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	128
5.1	Jaarlijks mediaan, 10-percentiel en 90-percentiel en de trend en p waarde van de trend van korrelgrootte tot 63 μm (%) van het zwevende stof van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.	131
5.2	Jaarlijks mediaan, 10-percentiel en 90-percentiel en de trend en p waarde van de trend van korrelgrootte tot 2 μm (%) van het zwevende stof van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.	132
5.3	Jaarlijks mediaan, 10-percentiel en 90-percentiel en de trend en p waarde metalen in drooggewicht (mg/kg) van het zwevende stof voor station Schaar van Ouden Doel (bovenste tabel) en Vlissingen boei SSVH (onderste tabel) berekend op alle beschikbare data vanaf 2000	133
5.4	Jaarlijks statistiek voor PAK's in drooggewicht (mg/kg) van het zwevende stof voor station Schaar van Ouden Doel (bovenste tabel) en Vlissingen boei SSVH (onderste tabel) berekend op alle beschikbare data vanaf 2000	137
5.5	Jaarlijks statistiek voor PCB's in drooggewicht (ug/kg) van het zwevende stof voor station Schaar van Ouden Doel (bovenste tabel) en Vlissingen boei SSVH (onderste tabel) berekend op alle beschikbare data vanaf 2000	142
5.6	Jaarlijks mediaan, 10-percentiel en 90-percentiel en de trend en p waarde van de trend van dieldrin (ug/kg) van het zwevende stof van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.	143
5.7	Jaarlijks mediaan, 10-percentiel en 90-percentiel en de trend en p waarde van de trend van hexachloorbenzeen (ug/kg) van het zwevende stof van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.	143
5.8	Jaarlijks mediaan, 10-percentiel en 90-percentiel en de trend en p waarde van de trend van tributyltin (ug/kg) van het zwevende stof van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.	144
6.1	Beschikbare PCB's van bovenstaande lijst in gegevens.	152
7.1	Aantal soorten per groep en trofieniveau	158
7.2	Celaantallen per jaar en groep (in $10^6/\text{l}$) en trofieniveau bij Schaar van Ouden Doel.	162
7.3	Celaantal per jaar en groep (in $10^6/\text{l}$) en trofieniveau bij Hansweert Geul.	163
7.4	Celaantallen per jaar en groep (in $10^6/\text{l}$) en trofieniveau bij Vlissingen Boei SSVH.	165
7.5	Celaantallen per jaar en groep (in $10^6/\text{l}$) en trofieniveau bij Walcheren 2 km uit de kust.	166
7.6	Celaantallen per jaar en groep (in $10^6/\text{l}$) en trofieniveau bij Walcheren 20 km uit de kust.	168
B.1	Meetdichtheidsmatrices voor metingen in het oppervlaktewater bij Schaar van Ouden Doel met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.	183
B.2	Meetdichtheidsmatrices voor metingen in het oppervlaktewater bij Hansweert geul met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.	184
B.3	Meetdichtheidsmatrices voor metingen in het oppervlaktewater bij Terneuzen boei 20 met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.	185

B.4	Meetdichtheidsmatrices voor metingen in het oppervlaktewater bij Vlissingen boei SSVH met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.	186
B.5	Meetdichtheidsmatrices voor metingen in het oppervlaktewater bij Walcheren 2 km uit de kust met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.	187
B.6	Meetdichtheidsmatrices voor metingen in het oppervlaktewater bij Walcheren 20 km uit de kust met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.	188
B.7	Meetdichtheidsmatrices voor metingen in het zwevende stof bij Schaar van Ouden Doel met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.	189
B.8	Meetdichtheidsmatrices voor metingen in het zwevende stof bij Vlissingen boei SSVH met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.	190
B.9	Meetdichtheidsmatrices voor metingen biota bot bij Middelgat met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.	191
B.10	Meetdichtheidsmatrices voor metingen biota mosselen metaal bij Hoedekenskerke boei 4 met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.	192
B.11	Meetdichtheidsmatrices voor metingen biota mosselen metaal bij Hooge Platen met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.	192
B.12	Meetdichtheidsmatrices voor metingen biota mosselen metaal bij Knuitershoek met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.	192
B.13	Meetdichtheidsmatrices voor metingen biota mosselen metaal bij Hansweert boei OHMG met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.	193
B.14	Meetdichtheidsmatrices voor metingen biota mosselen metaal bij Vlissingen boei SSVH met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.	193
B.15	Meetdichtheidsmatrices voor metingen biota mosselen PAK en PCB bij Hansweert boei OHMG met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.	193
B.16	Meetdichtheidsmatrices voor metingen biota mosselen PAK en PCB bij Vlissingen boei SSVH met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.	194
B.17	Meetdichtheidsmatrices voor metingen biota mosselen PCB en PBDEs bij Knuitershoek met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.	194
B.18	Meetdichtheidsmatrices voor metingen biota mosselen overige bij Knuitershoek met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.	194
C.1	Indeling van fytoplankton in trofies en groepen.	196

Lijst van figuren

3.1	Weergave van een getijgolf met aanduiding hoogwater, laagwater, getijslag en dagelijkse ongelijkheid op basis van Van Rijn (1994).	24
3.2	Ligging van de meetstations voor de waterstanden	26
3.3	Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij het Europlatform	27
3.4	Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij de Vlake van de Raan	28
3.5	Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Cadzand	28
3.6	Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Westkapelle	29
3.7	Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Breskens veerhaven	29
3.8	Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Vlissingen	30
3.9	Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Gat van Borssele	30
3.10	Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Overloop van Hansweert	31
3.11	Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Terneuzen	31
3.12	Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Hansweert	32
3.13	Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Walsoorden	32
3.14	Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Baalhoek	33
3.15	Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Schaar van de Noord	33
3.16	Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Bath	34
3.17	Mediaan van laagwater per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1950.	35
3.18	Mediaan van hoogwater per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1950	35
3.19	De mediaan van 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.	36
3.20	Mediaan van getijslag per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1950	37
3.21	Amplitude van de M2-getijcomponent voor de landelijke meetstations.	39
3.22	Amplitude van de M4-getijcomponent voor de landelijke meetstations.	39
3.23	Amplitude van de S2-getijcomponent voor de landelijke meetstations.	40
3.24	Fase van de M2-getijcomponent voor de landelijke meetstations.	40
3.25	Fase van de M4-getijcomponent voor de landelijke meetstations.	41
3.26	Fase van de S2-getijcomponent voor de landelijke meetstations.	41
3.27	Voorbeeld van een geschematiseerd golfspectrum op zee (naar: www.infrawiki.nl).	42
3.28	Ligging van de meetstations voor de golfhoogte en -periode.	43
3.29	Gewogen gemiddelde significante golfhoogte per station berekend op basis van het spectrum voor alle beschikbare data vanaf 1998.	46
3.30	Empirische distributiefunctie voor de significante golfhoogte berekend op basis van het spectrum voor alle beschikbare data vanaf 1998.	47
3.31	Maandelijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte $H_{1/3}$ (boven) en H_{m0} (onder) voor station Deurloo.	48
3.32	Maandelijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte $H_{1/3}$ (boven) en H_{m0} (onder) voor station Cadzand	48
3.33	Maandelijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte $H_{1/3}$ (boven) en H_{m0} (onder) voor station Wielingen	49
3.34	Maandelijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte $H_{1/3}$ (boven) en H_{m0} (onder) voor station Hoofdplaat.	49
3.35	Maandelijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte $H_{1/3}$ (boven) en H_{m0} (onder) voor station Honte.	50
3.36	Maandelijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte $H_{1/3}$ (boven) en H_{m0} (onder) voor station Pas van Terneuzen.	50
3.37	Maandelijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte H_{m0} voor station Overloop van Hansweert (Hier is geen H3 beschikbaar).	51
3.38	Maandelijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte $H_{1/3}$ (boven) en H_{m0} (onder) voor station Hansweert.	51

3.39	Maandelijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte $H_{1/3}$ voor station Overloop van Valkenisse (Hm0 is hier niet beschikbaar).	51
3.40	Maandelijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte $H_{1/3}$ (boven) en H_{m0} (onder) voor station Bath.	52
3.41	Gewogen gemiddelde significante golfperiode per station berekend op basis van het spectrum voor alle beschikbare data vanaf 1998.	54
3.42	Empirische distributiefunctie voor de significante golfperiode berekend op basis van het spectrum voor alle beschikbare data vanaf 1998.	55
3.43	Maandelijks gemiddelde (rood) en maximum (blauw) van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Deurloo.	56
3.44	Maandelijks gemiddelde en maximum van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Cadzand.	56
3.45	Maandelijks gemiddelde en maximum van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Wielingen.	57
3.46	Maandelijks gemiddelde en maximum van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Hoofdplaat.	57
3.47	Maandelijks gemiddelde en maximum van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Honte.	58
3.48	Maandelijks gemiddelde en maximum van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Pas van Terneuzen.	58
3.49	Maandelijks gemiddelde en maximum van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Overloop van Hansweert.	59
3.50	Maandelijks gemiddelde en maximum van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Hansweert.	59
3.51	Maandelijks gemiddelde en maximum van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Overloop van Valkenisse.	60
3.52	Maandelijks gemiddelde en maximum van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Bath.	60
4.1	Ligging van de meetstations voor het oppervlaktewater.	62
4.2	Tijdserie van saliniteit in de Westerschelde en in de monding. De blauwe lijn is een Kendall trendlijn met het 0.95 predictie-interval.	63
4.3	Mediaan saliniteit per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1997.	64
4.4	Resultaten voor saliniteit gedurende de zomer en de winter in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	65
4.5	Maandgemiddelde saliniteit in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	66
4.6	Jaarlijkse Resultaten voor temperatuur in de Westerschelde en in de monding vanaf 1998. In 2015 zijn er bij Walcheren alleen metingen gedaan tussen september en december, hierdoor zijn de waarden lager dan in andere jaren.	67
4.7	Mediaan voor de temperatuur per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 2000	68
4.8	Mediaantemperatuur gedurende de zomer en de winter in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	68
4.9	Maandelijkse mediaantemperatuur in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	69
4.10	Mediane verzadigingspercentage zuurstof per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1997.	70
4.11	Jaarlijkse Resultaten van het zuurstofverzadigingspercentage in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	71
4.12	Maandelijkse mediaan voor zuurstofverzadigingspercentage in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	72
4.13	Jaarlijkse Resultaten van chlorofyl-a in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding. De y-as is log-getransformeerd.	73

4.14	Gemiddeld waardes voor de chlorofyl-a gedurende de zomer en de winter in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding. Statistiek is uitgevoerd op log-getransformeerde gegevens. De y-as is log-getransformeerd.	74
4.15	Maandgemiddelde chlorofyl-a in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding. Statistiek is uitgevoerd op log-getransformeerde gegevens. De y-as is log-getransformeerd.	74
4.16	Jaarlijkse Resultaten van feofytine in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding. Statistiek is uitgevoerd op log-getransformeerde gegevens. De y-as is log-getransformeerd.	75
4.17	Mediaan chlorofyl per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1997. Statistiek is uitgevoerd op log-getransformeerde gegevens.	76
4.18	Mediaan feofytine per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1997. Statistiek is uitgevoerd op log-getransformeerde gegevens.	76
4.19	Jaarlijkse Resultaten van het doorzicht (dm) in het oppervlaktewater van de Westerschelde.	79
4.20	Jaarlijkse Resultaten van de extinctiecoëfficiënt in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	80
4.21	Mediaan doorzicht per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	81
4.22	Mediane extinctiecoëfficiënt per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	81
4.23	Jaarlijkse Resultaten van de hoeveelheid zwevende stof in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	83
4.24	Mediaan hoeveelheid zwevende stof per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	83
4.25	Gemiddeld waardes voor de hoeveelheid zwevende stof gedurende de zomer en de winter in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	84
4.26	Anomalie van gesuspendeerd zwevend stof. De anomalie is berekend als relatieve afwijking (punten) en 13 maanden lopend gemiddelde (lijn) van deze afwijking ten opzichte van het (log-getransformeerde) langjarig gemiddelde.	85
4.27	Resultaten voor het stikstofgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	88
4.28	Mediaan stikstofgehalte na filtratie per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	89
4.29	Resultaten voor het particulier stikstofgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	90
4.30	Mediane hoeveelheid particulier stikstofgehalte na filtratie per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	90
4.31	Resultaten voor het ammoniumgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding. De y-as schaal verschilt per subgrafiek.	92
4.32	Het verloop van de maandelijkse mediaanwaarden voor ammonium in de Westerschelde en de monding.	92
4.33	Mediaan ammoniumgehalte per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	93
4.34	Resultaten voor het nitrietgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	94
4.35	Mediaan nitrietgehalte per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	94
4.36	Resultaten voor het nitraatgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	95
4.37	Mediaan nitraatgehalte per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	96
4.38	Resultaten voor het orthofosfaatgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	97

4.39	Mediaan orthofosfaatgehalte per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	97
4.40	Resultaten voor het fosfaatgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	98
4.41	Resultaten voor het particulier gebonden fosfaatgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	99
4.42	Mediaan fosfaatgehalte na filtratie per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	100
4.43	Mediaan particulier gebonden fosfaatgehalte per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	100
4.44	Resultaten voor het silicaatgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	101
4.45	Mediaan silicaatgehalte per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	102
4.46	Resultaten voor het opgelost koolstofgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	103
4.47	Resultaten voor het opgelost koolstofgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	104
4.48	Gemiddeld waardes voor de hoeveelheid particuliere koolstofgehalte gedurende de zomer en de winter in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	104
4.49	Mediaan opgeloste koolstofgehalte per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	105
4.50	Mediaan particuliere koolstofgehalte per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	105
4.51	De molaire genormaliseerde N-P-ratio, N uitgedrukt ten opzichte van een gehalte P, gemiddeld over een jaar in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	108
4.52	De molaire genormaliseerde 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.	108
4.53	De molaire genormaliseerde N-C-ratio, N uitgedrukt ten opzichte van een gehalte C, gemiddeld over een jaar in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	109
4.54	De molaire genormaliseerde N-C-ratio, N uitgedrukt ten opzichte van een gehalte C, gemiddeld over de zomer en winterperiode in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	109
4.55	De molaire genormaliseerde P-C-ratio, P uitgedrukt ten opzichte van een gehalte C, gemiddeld over een jaar in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	110
4.56	De molaire genormaliseerde P-C-ratio, P uitgedrukt ten opzichte van een gehalte C, gemiddeld over de zomer en winterperiode in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	110
4.57	De concentratie van gemeten metalen uitgezet tegen de gemeten Saliniteit op dezelfde dag.	111
4.58	Jaarlijkse Resultaten van het totale boorgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding	112
4.59	Jaarlijkse Resultaten van het gefilterde boorgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding	113
4.60	Mediaan totale boorgehalte station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	114
4.61	Mediaan gefilterde boorgehalte station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	114

4.62	Jaarlijkse Resultaten van het totale chroomgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding	115
4.63	Jaarlijkse Resultaten van het gefilterde chroomgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding	116
4.64	Mediaan totale chroomgehalte station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	117
4.65	Mediaan gefilterde chroomgehalte station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	117
4.66	Jaarlijkse Resultaten van het totale kopergehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding	118
4.67	Jaarlijkse Resultaten van het gefilterde kopergehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding	119
4.68	Mediaan totale kopergehalte station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	120
4.69	Mediaan gefilterde kopergehalte station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	120
4.70	Jaarlijkse Resultaten van het totale uraniumgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	121
4.71	Jaarlijkse Resultaten van het gefilterde uraniumgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding	122
4.72	Mediaan totale uraniumgehalte station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	123
4.73	Mediaan gefilterde uraniumgehalte station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	123
4.74	Jaarlijkse Resultaten van het totale vanadiumgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	124
4.75	Jaarlijkse Resultaten van het gefilterde vanadiumgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	125
4.76	Mediaan totale vanadiumgehalte station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	126
4.77	Mediaan gefilterde Vanadiumgehalte station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	126
4.78	Jaarlijkse Resultaten van het totale zinkgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	127
4.79	Jaarlijkse Resultaten van het gefilterde zinkgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.	128
4.80	Mediaan van het totale zinkgehalte station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	129
4.81	Mediaan van het gefilterde zinkgehalte station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.	129
5.1	Ligging van de meetstations voor het zwevende stof	130
5.2	Jaarlijkse mediaanwaarde, 10-percentiel en 90-percentiel van de korrelgroottefractie tot 63µm voor 2 stations. De grootte van de symbolen geven het aantal valide meetwaarden per jaar aan.	132
5.3	Jaarlijkse mediaanwaarde, 10-percentiel en 90-percentiel van de korrelgroottefractie tot 2µm voor beide stations	132
5.4	Trends voor alle hier behandelde metalen in mg/kg drooggewicht in zwevend stof.	134
5.5	Trends voor alle hier behandelde PAK's in mg/kg drooggewicht in zwevend stof.	138
5.6	Trends voor alle hier behandelde PCB's in mg/kg drooggewicht in zwevend stof.	141
5.7	Jaarlijkse mediaanwaarde, 10-percentiel en 90-percentiel van Dieldrin voor beide stations.	143
5.8	Jaarlijkse mediaanwaarde, 10-percentiel en 90-percentiel van Hexachloorbenzeen voor beide stations.	144

5.9	Jaarlijkse mediaanwaarde, 10-percentiel en 90-percentiel van Tributyltin voor beide stations.	145
6.1	Ligging van de meetstations voor het bodemmateriaal	146
6.2	Arseen in het bodemsediment in de Westerschelde	147
6.3	Cadmium in het bodemsediment in de Westerschelde	147
6.4	Chroom in het bodemsediment in de Westerschelde	147
6.5	Koper in het bodemsediment in de Westerschelde	148
6.6	Kwik in het bodemsediment in de Westerschelde	148
6.7	Lood in het bodemsediment in de Westerschelde	148
6.8	Zink in het bodemsediment in de Westerschelde	149
6.9	Antraceen in het bodemsediment in de Westerschelde	149
6.10	Benzo(a)antraceen in het bodemsediment in de Westerschelde	149
6.11	Benzo(a)pyreen in het bodemsediment in de Westerschelde	150
6.12	Benzo(g,h,i)perylene in het bodemsediment in de Westerschelde	150
6.13	Benzo(k)fluorantheen in het bodemsediment in de Westerschelde	150
6.14	Chryseen in het bodemsediment in de Westerschelde	151
6.15	Fenanthreen in het bodemsediment in de Westerschelde	151
6.16	Fluorantheen in het bodemsediment in de Westerschelde	151
6.17	Indeno(1,2,3-c,d)pyreen in het bodemsediment in de Westerschelde	152
6.18	PCB180 in het bodemsediment in de Westerschelde	153
6.19	PCB138 in het bodemsediment in de Westerschelde	153
6.20	PCB52 in het bodemsediment in de Westerschelde	153
6.21	PCB28 in het bodemsediment in de Westerschelde	154
6.22	Som van de PCB's in het bodemsediment in de Westerschelde. Hier is de som genomen van alle PCB's die beschikbaar zijn in de database.	154
6.23	Tributyltin in het bodemsediment in de Westerschelde	155
6.24	Overzicht van gemeten parameters door de jaren heen.	156
6.25	Overzicht van gemeten stations door de jaren heen.	157
7.1	Ligging van de meetstations voor fytoplankton	159
7.2	Het relatieve aandeel van alle groepen over de jaren voor alle stations en per seizoen. Waarden zijn gebaseerd op de mediaan van het totaal aantal cellen per groep.	161
7.3	Jaarlijkse waarden voor fytoplankton in zomer (groen), winter (rood) en gemiddeld (blauw) voor station Schaar van Ouden Doel. De y-as representeert de mediaan over de gesommeerde waarde per groep. Voor Phaeocystis is ook de 90-percentiel waarde aangegeven (-).	163
7.4	Jaarlijkse waarden voor fytoplankton in zomer (groen), winter (rood) en gemiddeld (blauw) voor station Hansweert geul. De y-as representeert de mediaan over de gesommeerde waarde per groep.	164
7.5	Jaarlijkse waarden voor fytoplankton in zomer (groen), winter (rood) en gemiddeld (blauw) voor station Vlissingen boei SSVH. De y-as representeert de mediaan over de gesommeerde waarde per groep.	166
7.6	Jaarlijkse waarden voor fytoplankton in zomer (groen), winter (rood) en gemiddeld (blauw) voor station Walcheren 2km uit de kust. De y-as representeert de mediaan over de gesommeerde waarde per groep.	167
7.7	Jaarlijkse waarden voor fytoplankton in zomer (groen), winter (rood) en gemiddeld (blauw) voor station Walcheren 20km uit de kust. De y-as representeert de mediaan van de som van de cel aantallen per meetpunt en jaar. Omgekeerde driehoeken indiceren het 90-percentiel voor Phaeocystis in het groeiseizoen.	169
7.8	Jaarlijkse waarden voor fytoplankton (autotroof - blauwwieren) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.	170

7.9	Jaarlijkse waardes voor fytoplankton (autotroof - diatomeeën) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.	170
7.10	Jaarlijkse waardes voor fytoplankton (autotroof - dinoflagellaten) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.	171
7.11	Jaarlijkse waardes voor fytoplankton (autotroof - groenwieren) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.	172
7.12	Jaarlijkse waardes voor fytoplankton (autotroof - phaeocystis) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.	173
7.13	Jaarlijkse waardes voor fytoplankton (autotroof - overig) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.	173
7.14	Jaarlijkse waardes voor fytoplankton (heterotroof - dinoflagellaten) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.	174
7.15	Jaarlijkse waardes voor fytoplankton (heterotroof - overig) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.	175
7.16	Jaarlijkse waardes voor fytoplankton (mixotroof - dinoflagellaten) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.	175
7.17	Jaarlijkse waardes voor fytoplankton (mixotroof - overig) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.	176

1 Voorwoord

Deze eerstelijnsrapportage is gemaakt door Deltares in opdracht van Rijkswaterstaat voor de Vlaams Nederlandse Scheldec commissie (VNSC) en bevat gegevens die in opdracht van Rijkswaterstaat zijn verzameld in het kader van het MWTL programma t/m 2020. Het verwerken, analyseren en toevoegen van de gegevens uit 2020 in dit rapport is gedaan door dr. W. Stolte en B. van Rongen. Aan eerdere rapportages (vanaf 2010) hebben vele anderen gewerkt. De voorliggende rapportage is opgebouwd met scripts vanuit de gegevens in Scheldemonitor.

1.1 Versie

Eerstelijnsrapportages worden elk jaar gemaakt. Hieronder is informatie over de datum van deze rapportage, en tot welk jaar de gegevens zijn verwerkt.

- Eindversie 22-02-2023: bevat data t/m 2020, missend in deze versie is:
 - Golven: locatie Cadzand,
 - Biota: De gegevens over verontreinigingen in biota zijn op dit moment onvolledig of ontbrekend. Besloten is om deze dit jaar weg te laten uit de eerstelijnsrapportage. Het Biota hoofdstuk is daarom in deze versie niet toegevoegd. De verwachting is dat deze in de volgende versie weer toegevoegd gaat worden.

2 Inleiding

2.1 Achtergrond

De projecten die in het kader van de OntwikkelingsSchets 2010 (OS2010) zijn uitgevoerd 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 gegevens en gegevensrapporten geleverd te worden. Deze gegevensrapportage 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 gegevens uit de Nederlandse monitoring in de Westerschelde en de monding 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 gegevens

In deze eerstelijnsrapportage zijn gegevens die gemeten zijn in de periode 1996 t/m 2020 voor de Westerschelde en de monding weergegeven. De gegevens zijn opgedeeld in drie hoofdgroepen: hydrodynamische, fysisch-chemische en biologische variabelen. Niet alle beschikbare variabelen in deze groepen zijn weergegeven, maar er is in overleg met RWS-WVL een selectie gemaakt. Er zijn hierbij variabelen geselecteerd die nog niet in een ander kader gerapporteerd worden en die belangrijk zijn voor het functioneren van het estuarium.

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

Een groot aantal van de fysisch-chemische en biologische variabelen in de

Westerschelde wordt gemeten in het kader van de 'Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands' (i.e. MWTL). Deze variabelen 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 variabelen 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 gegevens inzichtelijker te maken zijn voor veel variabelen de parameters mediaan, 90-percentiel en 10-percentiel geschat. Wanneer er wordt gesproken over een mediane waarde tijdens de zomer- en winterperiode wordt respectievelijk gesproken over april tot en met september en oktober tot en met maart. Daarnaast is de trend en bijhorende p-waarde berekend. De p-waarde (p) vervangt de correlatiecoëfficiënt (R) die in de Eerstelijnsrapportage 2015 werd gepresenteerd. De p-waarde is de kans dat de gevonden trend op toeval berust. Dit wordt ook wel de significantie van de correlatie genoemd. De correlatie wordt over het algemeen significant gevonden bij $p \leq 0.05$.

Het schatten van deze parameters (i.e. medianen, trend en p) 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 (+).

In de figuren met een kaart wordt gebruik gemaakt van coördinaten in het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting of kortweg Rijksdriehoekscoördinaten (ook wel: RD-coördinaten of EPSG:28992). Hierdoor staat er op de x-as de afkorting RDx [m] en op de y-as RDy [m]. Dit betekent de respectievelijke x- en y-as uitgezet in meters in Rijksdriehoekscoördinaten.

2.3.1 Ontbrekende gegevens

In eerdere rapportage is de beschikbare gegevens van 1 januari 2018 t/m 31 december 2018 toegevoegd aan de gegevens die gepresenteerd zijn in de voorgaande eerstelijnsrapportages van de Westerschelde. De gegevens uit 2018 zijn echter niet volledig. In Tabel 2.1 staat een overzicht van de ontbrekende gegevens in 2018. Het ontbreken van gegevens 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.

Tabel 2.1 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 beschrijft 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 beschrijft de fysisch-chemische variabelen die gemeten zijn in het oppervlaktewater in het kader van MWTL (Monitoring Waterstaatskundige Toestand des Lands) vaartochten.

Hoofdstuk 5 beschrijft de fysisch-chemische monitoring in het zwevende stof. Zwevende stof wordt ook in 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 beschrijft de driejaarlijkse fysisch-chemische monitoring van de bodem in het kader van MWTL. Dit hoofdstuk wordt elke drie jaar geactualiseerd met nieuwe gegevens. De laatste bodemonsters zijn genomen in 2020 en geanalyseerd in het laboratorium. De resultaten van deze fysisch-chemische monitoring in de bodem zijn opgenomen in dit hoofdstuk.

Het hoofdstuk over verontreinigingen in biota (MWTL) is dit jaar niet opgenomen. De reden is dat er op dit moment niet genoeg gegevens voorhanden zijn in de Scheldemonitor om dit hoofdstuk op een goede manier op te nemen. De bedoeling is om deze gegevens in volgende rapportages weer mee te nemen.

De resultaten van fytoplankton zijn opgenomen in Hoofdstuk 7. Fytoplankton wordt bepaald in het kader van het MWTL programma bij vijf stations in de Westerschelde sinds 1996. Hoofdstuk 7 en Bijlage C geven een overzicht van de gehanteerde indeling.

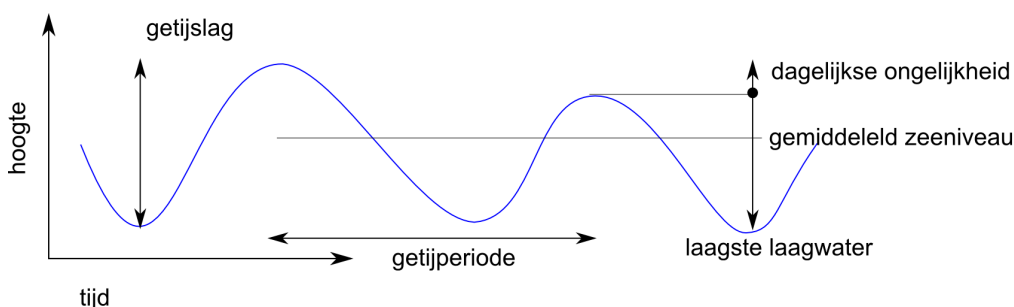
3 Hydrodynamiek

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.

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 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 (een periode van ongeveer 12 uur) maar is gegenereerd door de aantrekkingskracht van de zon op de aarde. De S2-component is samen met M2 verantwoordelijk voor de springtij-doodtij variatie. Hogere harmonische getijcomponenten (zoals M4) worden vaak als 'overtides' aangeduid. M4 is het eerste overtide en is gegenereerd door eerste orde niet-lineaire processen. M4 is de eerste hogere harmonische component en is samen met M2 van belang voor sedimenttransport. De belangrijkste periodieke variaties in het getij zorgen voor de zogeheten dagelijkse ongelijkheid (Figuur 3.1), de springtij-doodtij cyclus en de 18,6-jarige cyclus. De 18,6-jarige cyclus wordt veroorzaakt door de afwijking van het baanvlak van de maan ten opzichte van het baanvlak van de aarde (de knopen- of drakencyclus). De invloed van de knopencyclus is sinus-vormig en geeft een verhoging of verlaging van de zeespiegel in een willekeurig jaar van maximaal 13 mm. De langjarige trend wordt niet beïnvloed door deze cyclus. Zie Paragraaf 3.1.4 voor meer informatie over de getijden.

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



Figuur 3.1 Weergave van een getijgolf met aanduiding hoogwater, laagwater, getijslag en dagelijkse ongelijkheid op basis van Van Rijn (1994).

vernaauwing van de bedding vervormen het getij. Door die versmalling ondergaat het vloedwater een opstuwing; de hoogwaters worden hoger naarmate ze het estuarium dieper binnendringen. Energieverliezen ten gevolge van wrijving doen de verhoging door de opstuwing gedeeltelijk weer teniet. Dit zorgt ervoor dat de symmetrische getijkromme in de monding van de Westerschelde vervormd. Dit wordt getijasymmetrie genoemd. Hierdoor ontstaat er dus een verschil tussen de maximale eb- en vloed snelheid in het estuarium.

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 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. Bijvoorbeeld het samenvallen van getijcomponenten zorgt ervoor dat het getij hoger wordt omdat er de krachten elkaar versterken op dat moment. De amplituden en fases van de M2, M4 en S2 componenten worden weergegeven in Figuur 3.21 tot en met 3.26 en in Tabel 3.3.

Tot slot zijn er nog de weersinvloeden zoals wind en luchtdruk. De verschillen in wind en luchtdruk zorgen voor variaties in de waterstanden van jaar op jaar. Waterstanden zijn hoger in stormsituaties waar de windsnelheden toenemen. De windrichting is hierbij van belang. Wind vanaf de Noordzee stuwt het water op het estuarium in. Wind vanaf land stuwt het water het estuarium uit. Dit zorgt ervoor dat de waterstanden bij eb- en vloed hoger of lager worden. In jaren met veel stormen op de Noordzee zal de gemiddelde waterstand dus hoger zijn dan in rustige jaren.

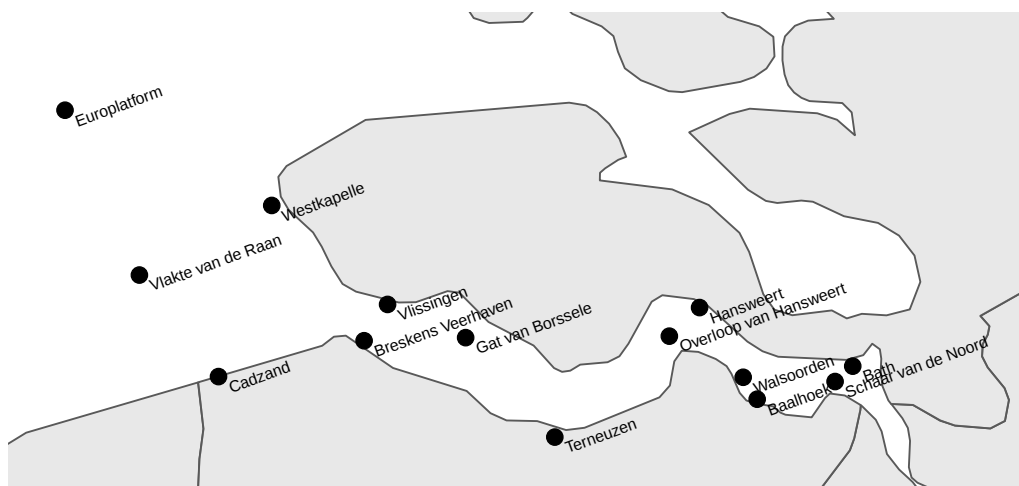
3.1.1 Informatie over de metingen

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 3.2 en Tabel 3.1), 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.

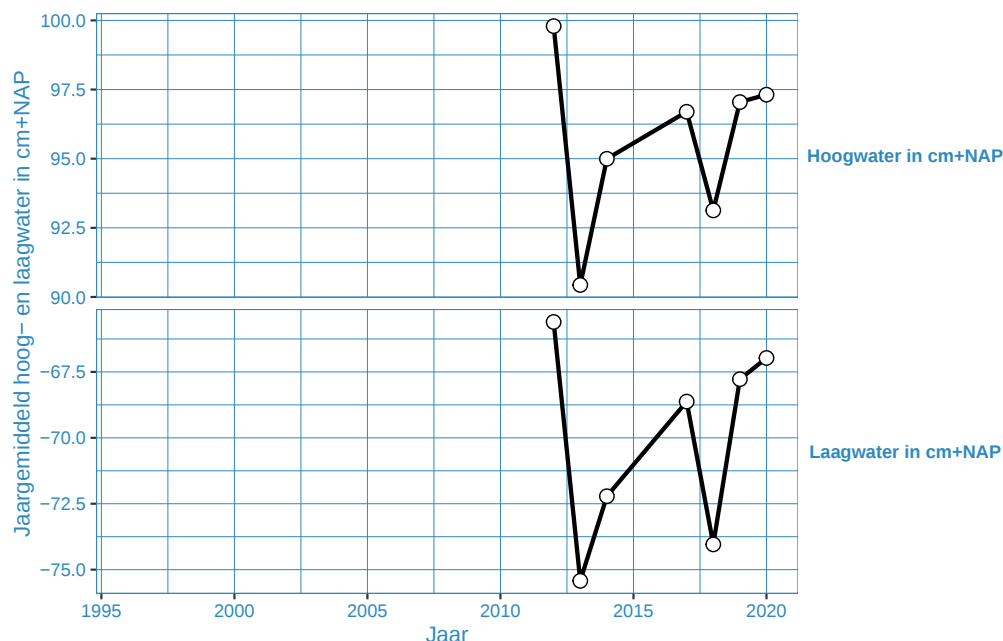
Om trends in de waterstanden te kunnen herkennen, wordt de data over een lange periode weergegeven: vanaf 1950 tot heden. Sommige stations zijn pas na 1950 in werking getreden. Vanzelfsprekend wordt voor deze stations de gehele beschikbare meetperiode weergegeven. Het waterstandsm Meetpunt Schaar van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



Figuur 3.2 Ligging van de meetstations voor de waterstanden

Tabel 3.1 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



Figuur 3.3 Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij het Europlatform

3.1.2 Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden

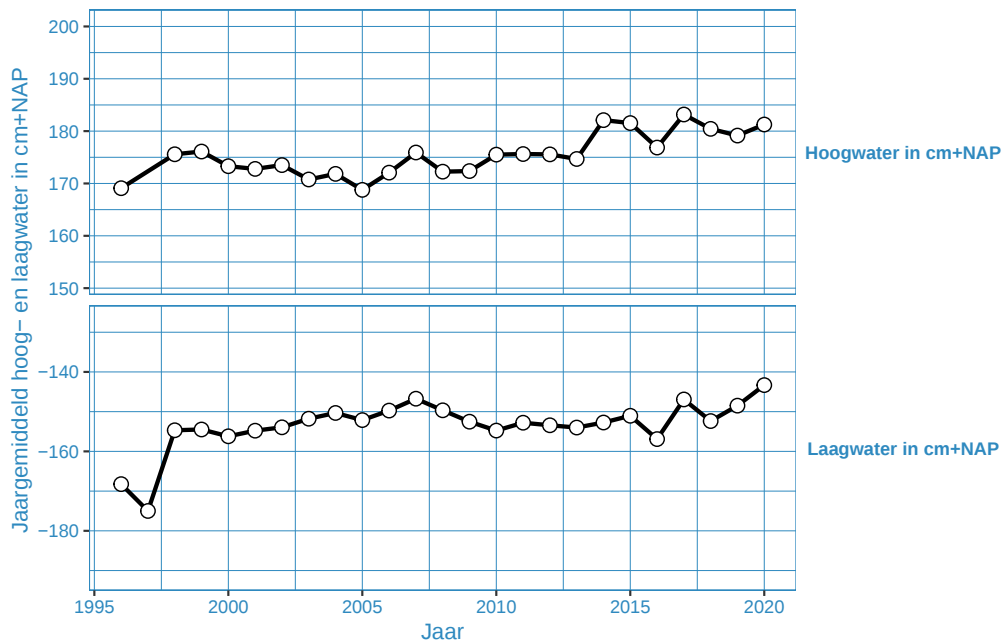
In de grafieken (Figuur 3.3 tot en met Figuur 3.16) onderstaand en op de volgende pagina's zijn de hoog- en laagwaterstanden ten opzichte van NAP per jaar gemiddeld en uitgezet in de tijd. Gemiddelde hoogwaterstanden in blauw corresponderen met de blauwe y-as (links) en gemiddelde laagwaterstanden zijn 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 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 3.15), 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.

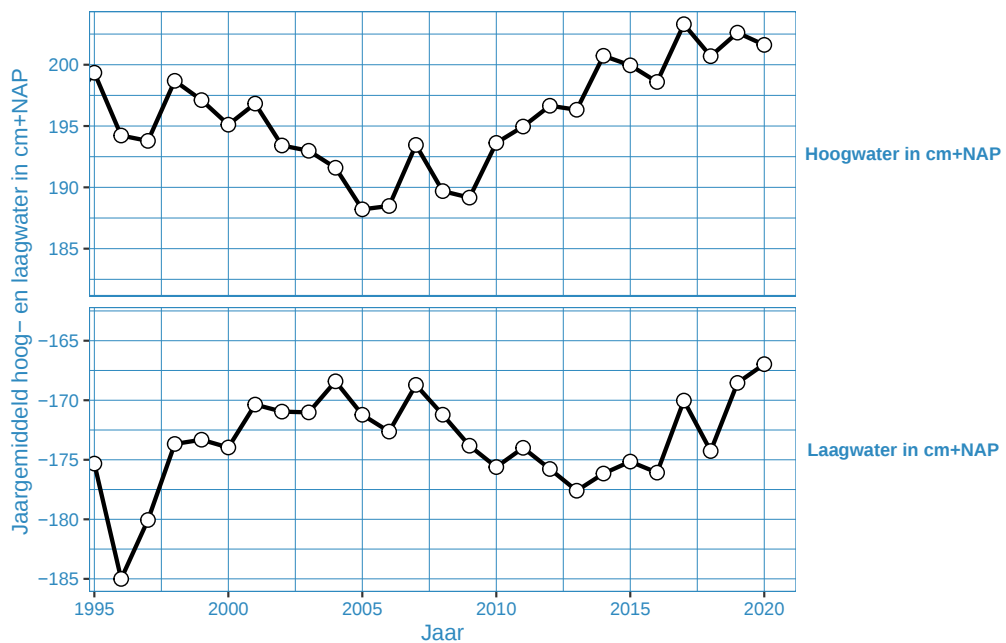
Let op: de y-assen van de figuur van het Europlatform verschillen van de y-assen van de andere stations.

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 tussen +0.9 en +1 m NAP. Laagwaterstanden bereiken gemiddeld een waarde van tussen de -0,75 en -0.65 m NAP.

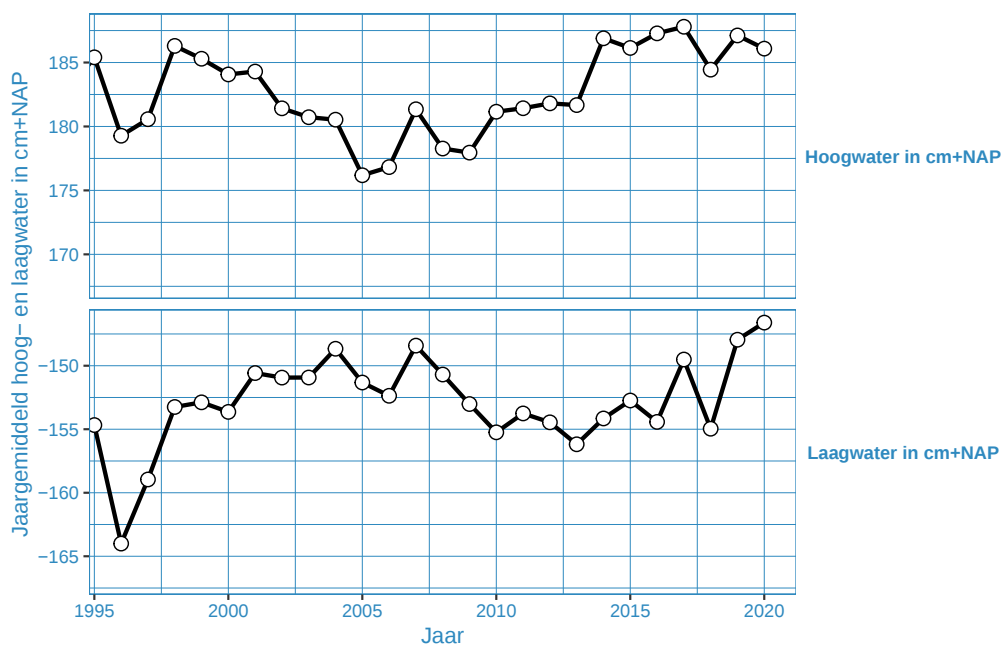
De gemiddelde hoog- en laagwaterstand in de westelijke meetstations (vanaf de Vlakte van de Raan tot het Gat van Borssele) is ongeveer gelijk gedurende de gehele meetperiode. Vanaf de Vlakte van de Raan in oostwaartse richting zakt de gemiddelde laagwaterstand van circa -1,50 m NAP tot circa -1,80 m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



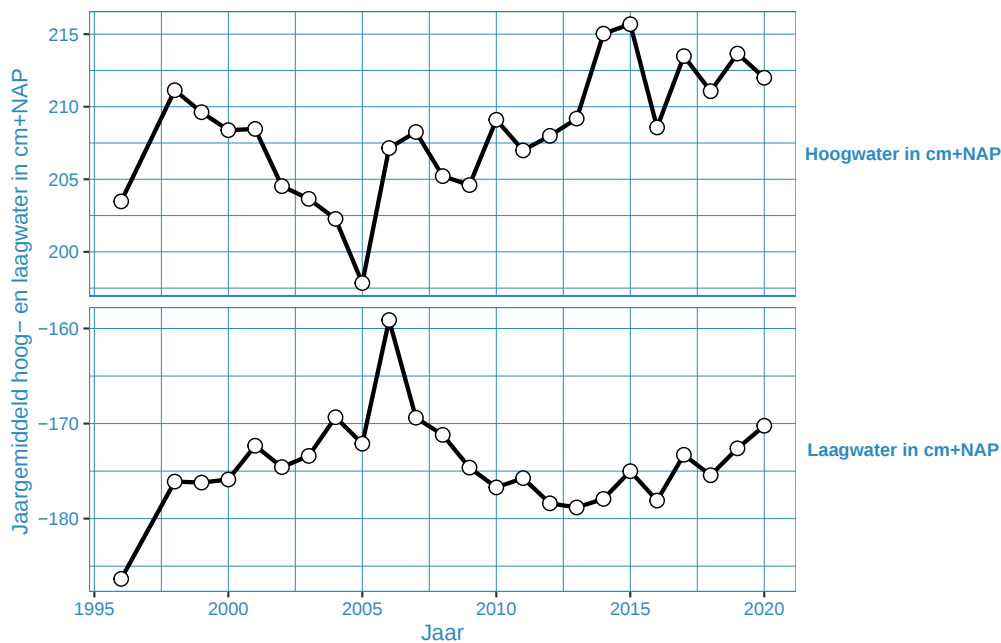
Figuur 3.4 Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij de Vlake van de Raan



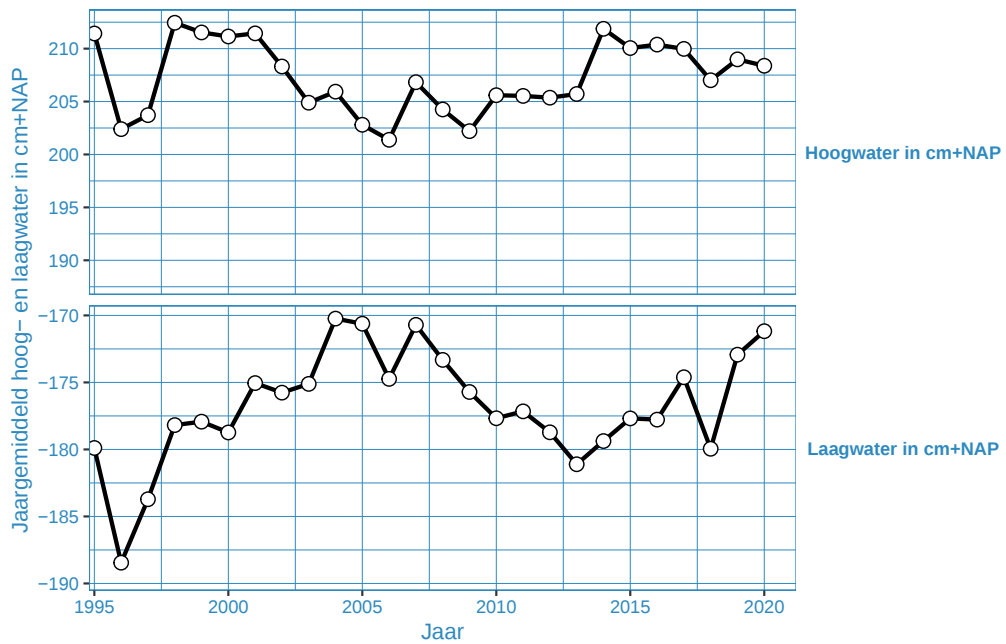
Figuur 3.5 Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Cadzand



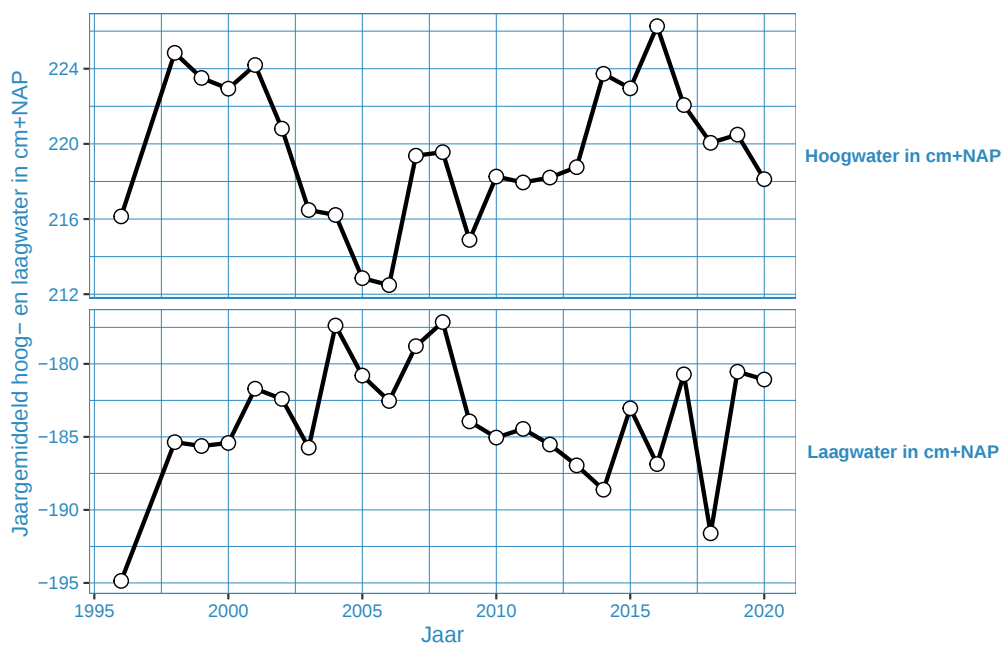
Figuur 3.6 Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Westkapelle



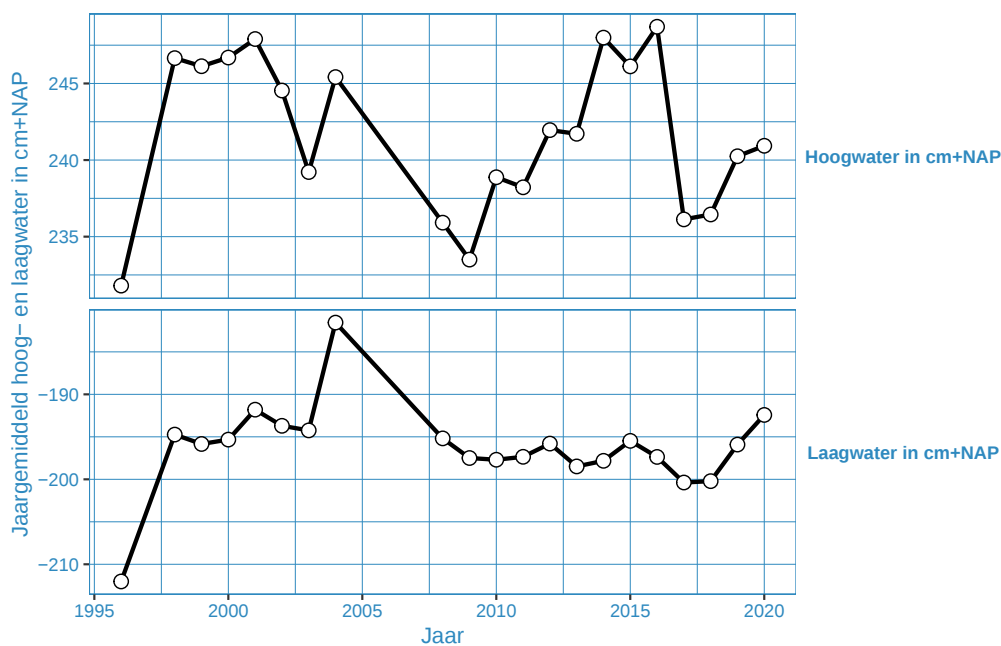
Figuur 3.7 Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Breskens veerhaven



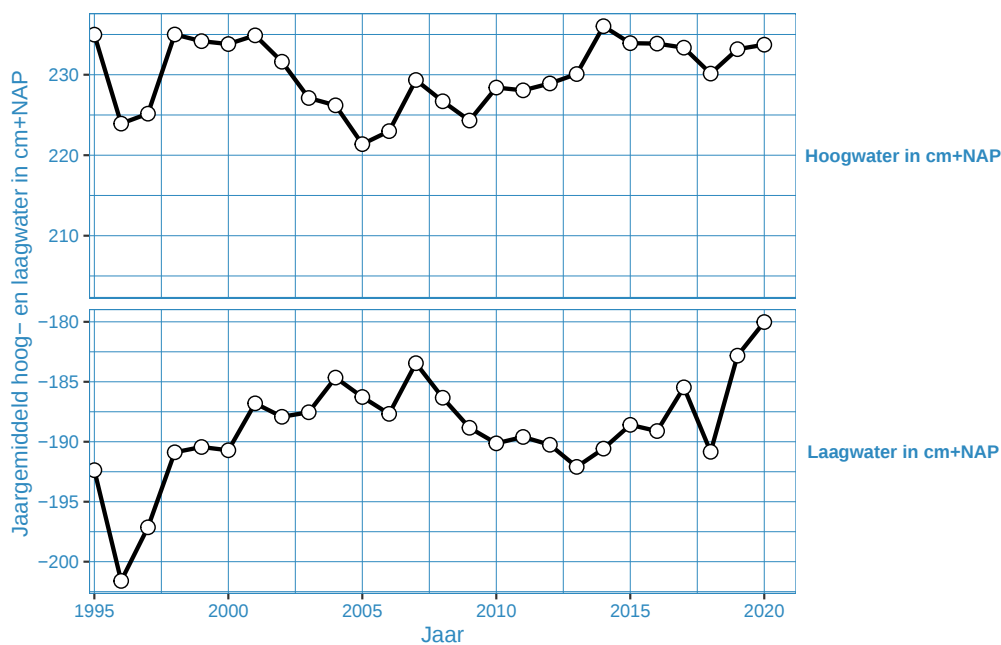
Figuur 3.8 Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Vlissingen



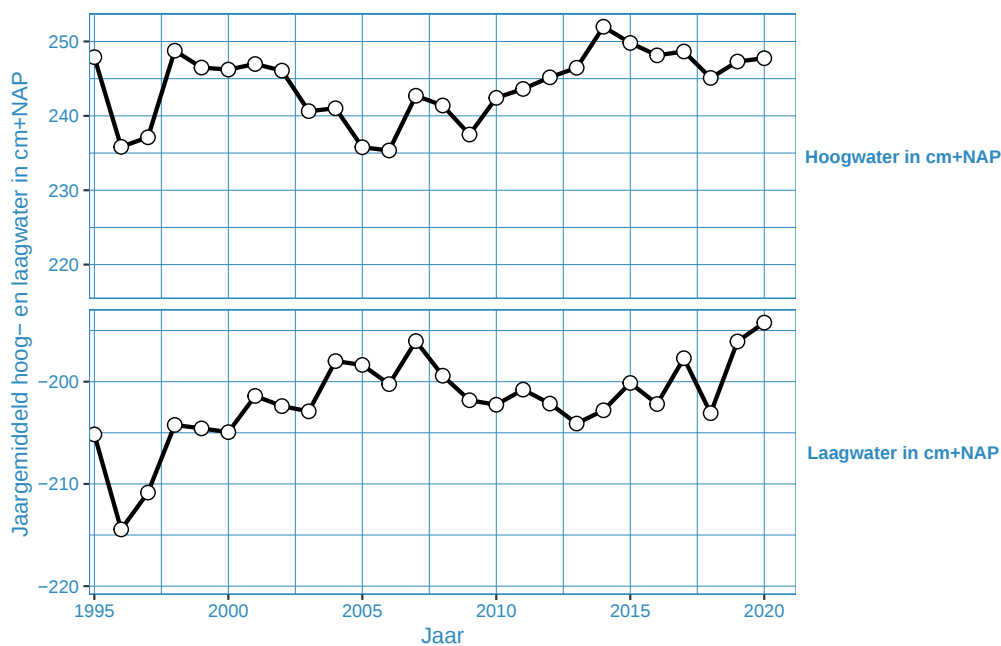
Figuur 3.9 Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Gat van Borssele



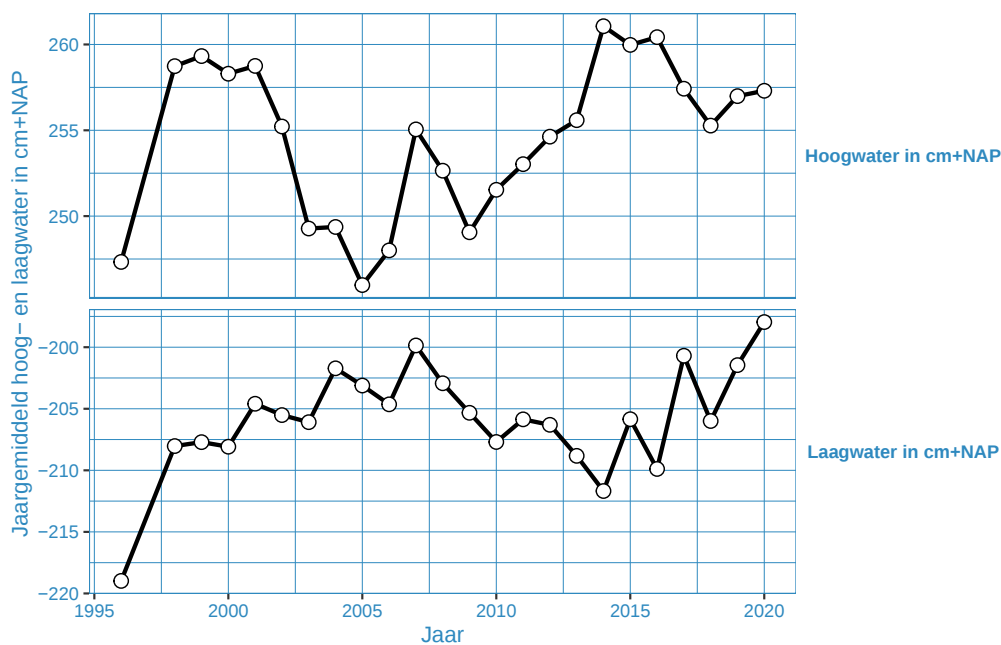
Figuur 3.10 Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Overloop van Hansweert



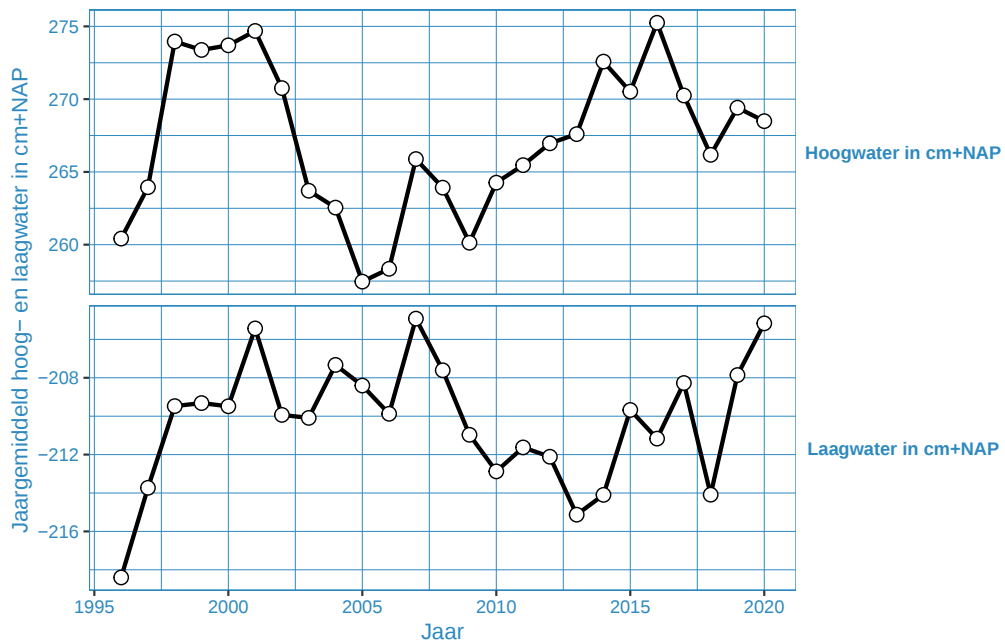
Figuur 3.11 Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Terneuzen



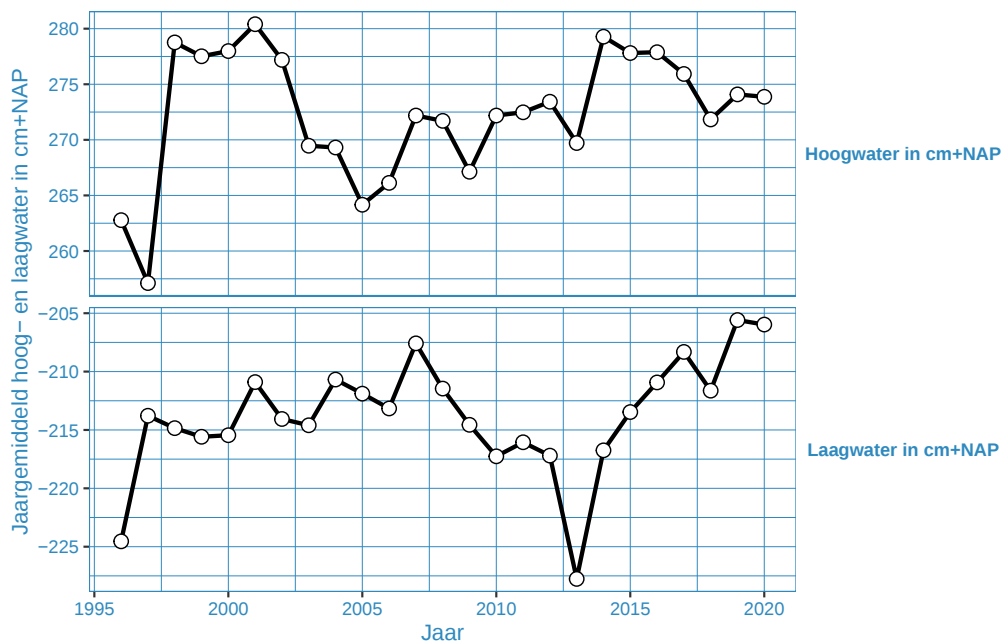
Figuur 3.12 Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Hansweert



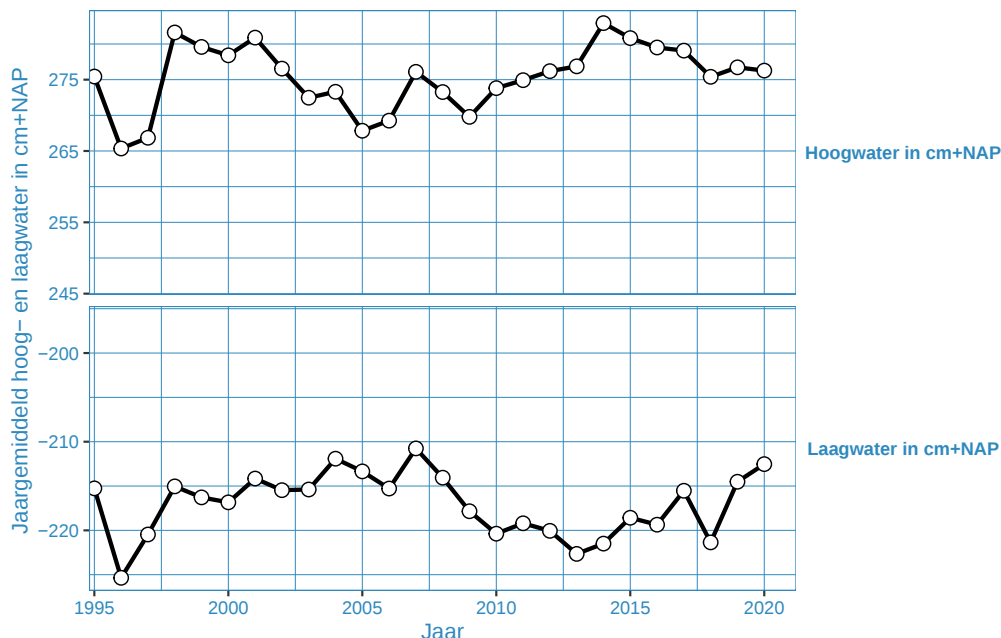
Figuur 3.13 Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Walsoorden



Figuur 3.14 Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Baalhoek



Figuur 3.15 Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Schaar van de Noord



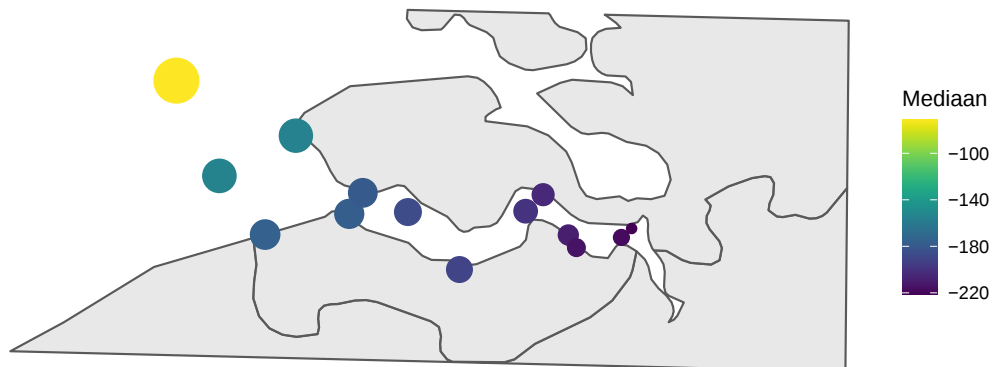
Figuur 3.16 Jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Bath

de Vlakte van de Raan tot circa +2,25 m NAP bij Gat van Borssele. Hoewel Westkapelle en Cadzand ongeveer even 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 3.19). 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.

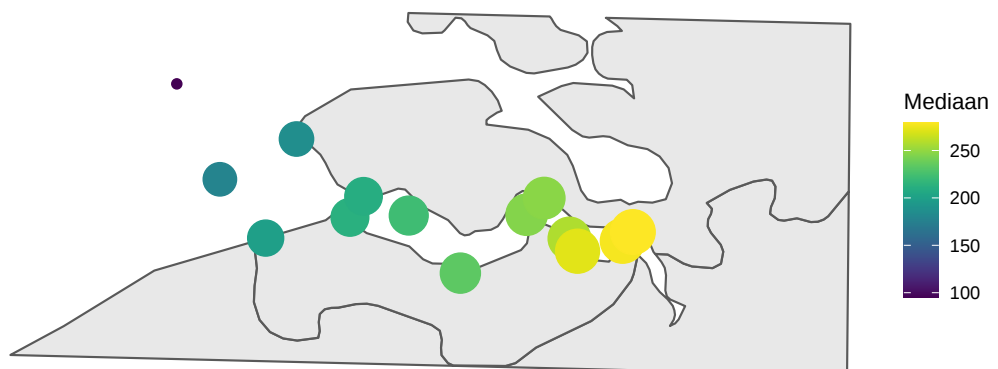
Daarnaast constateren we een toename van gemiddeld hoogwater en een afname van gemiddeld laagwater naarmate men meer stroomopwaarts (i.e. oostelijke richting) van de Westerschelde komt, zoals te zien in Figuur 3.17 en Figuur 3.18.

Laagwater in cm+NAP



Figuur 3.17 Mediaan van laagwater per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1950.

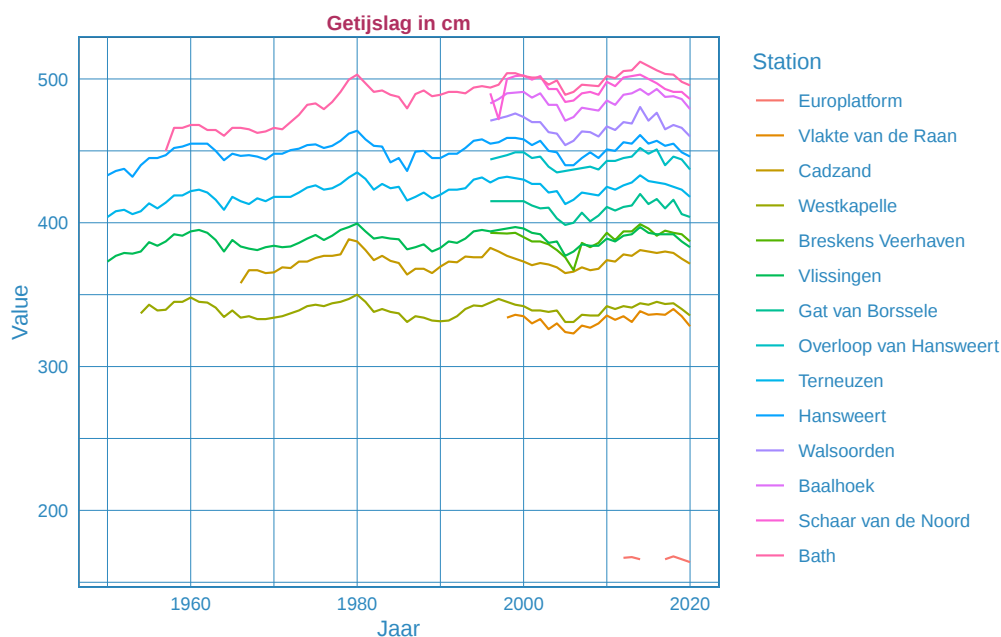
Hoogwater in cm+NAP



Figuur 3.18 Mediaan van hoogwater per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1950

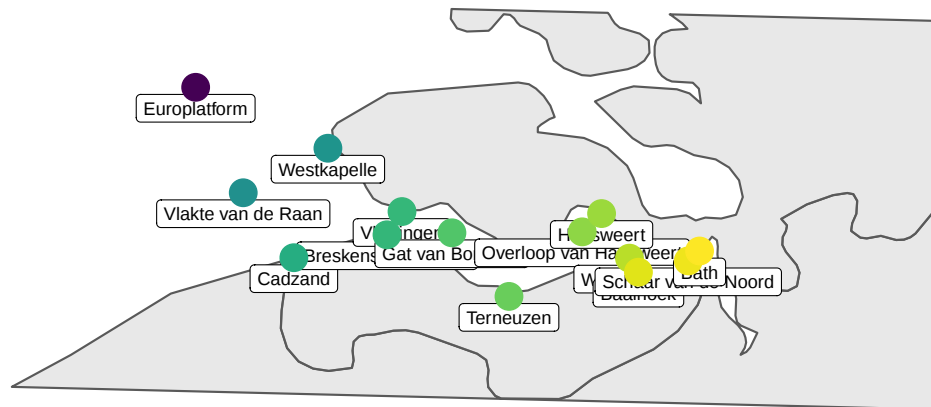
Tabel 3.2 Jaarlijks mediaan van hoogwater, laagwater en getijslag (cm + NAP) van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Hoogwater	Laagwater	Getijslag
Europlatform	95	-71	166
Vlakte van de Raan	178	-154	332
Cadzand	196	-177	373
Westkapelle	180	-159	339
Breskens Veerhaven	211	-178	389
Vlissingen	205	-183	388
Gat van Borssele	223	-187	410
Overloop van Hansweert	245	-200	445
Terneuzen	226	-195	421
Hansweert	240	-210	450
Walsoorden	257	-210	467
Baalhoek	271	-214	485
Schaar van de Noord	277	-218	495
Bath	270	-217	487



Figuur 3.19 De mediaan van 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.

Getijslag in cm



Figuur 3.20 Mediaan van getijslag per station berekend op alle beschikbare data vanaf 1950

3.1.3 Jaargemiddelde getijslag

De getijslag is voor alle stations 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 Schaar van de Noord. Daar is de getijslag met een waarde van bijna 5 m het grootst, zie Figuur 3.19, Figuur 3.20 en Tabel 3.2.

De 18,6-jarige getijdencyclus heeft een grote invloed op de resultaten en is duidelijk zichtbaar in de figuren. 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. Dit geldt voor stations zowel binnen als buiten de Westerschelde. De getijslag wordt groter stroomopwaarts. De versterking in de stroomopwaartse richting wordt voornamelijk veroorzaakt door de vorm van het estuarium (ondieper en smaller in stroomopwaartse richting). Daarnaast is er in de jaren '70 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'.

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 3.19), 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 de getijslag t.o.v. 2018 weer daalt. Hierdoor lijkt de trend zich weer voort te zetten.

Tabel 3.3 Gemiddelde waarden van de drie belangrijkste getijcomponenten voor de landelijke meetstations voor de gehele periode. Amplitude in cm. Fase in graden.

Station	M2.ampl	M4.ampl	S2.ampl	M2.fase	M4.fase	S2.fase
Europlatform	74	10	18	53	130	110
Cadzand	170	12	47	49	91	110
Westkapelle	150	14	43	53	96	110
Vlissingen	170	13	48	59	120	120
Terneuzen	190	12	50	69	130	130
Hansweert	200	11	52	81	170	140
Schaar van de Noord	210	12	55	89	180	150
Bath	210	12	54	92	170	160

3.1.4 Getijcomponenten

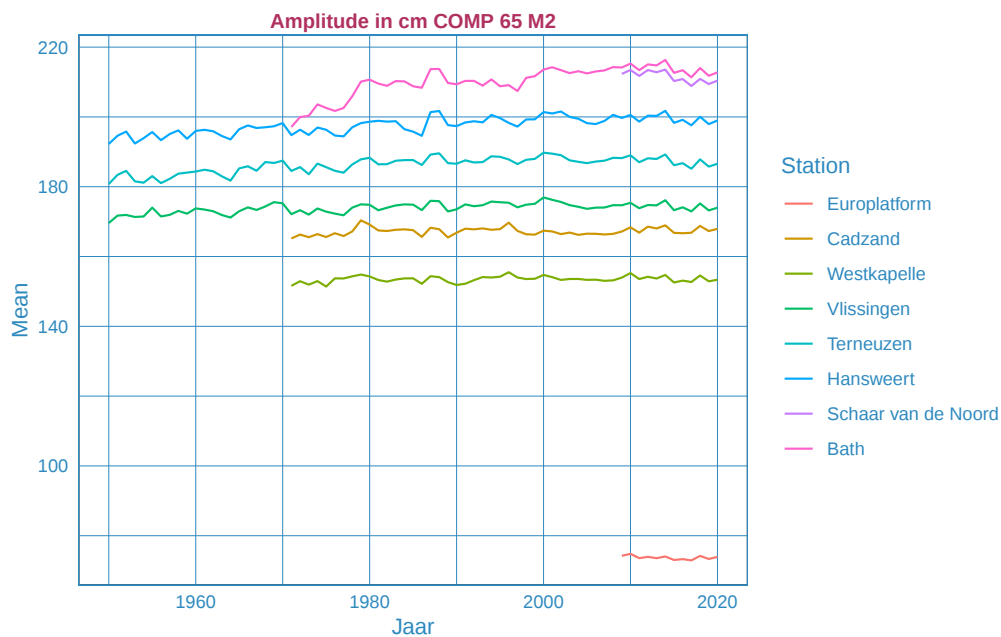
Het gemeten waterstandssignaal kan geanalyseerd worden met een getijanalyse. Hierbij wordt het waterstandssignaal ontleed in verschillende harmonische componenten: sinussen met een zekere amplitude, frequentie en fase. De amplituden en fases van de M2, M4 en S2 componenten worden weergegeven in Figuur 3.21 tot en met 3.26 en in Tabel 3.3.

De amplitude van de M2-component neemt toe in stroomopwaartse richting: de trechtersvorm van het estuarium veroorzaakt een opslinging 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.

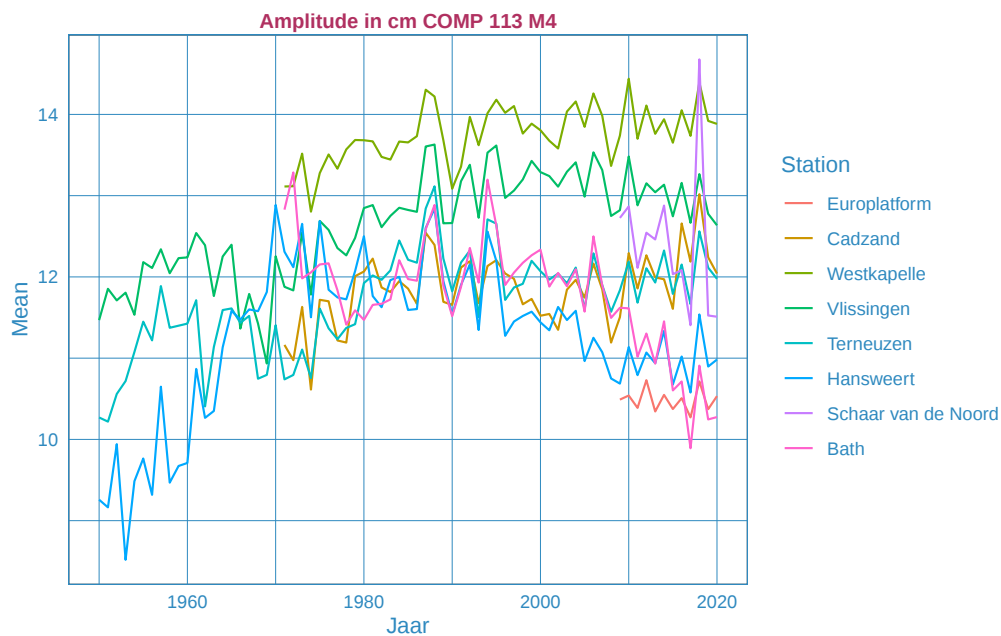
De fase van de M2-component lijkt voor de westelijke stations weinig te veranderen. Bij Hansweert is de fase in de jaren '50 en '60 afgenomen (ook voor M4-component). Ook in Bath is de fase veranderd, en is de fase afgenomen over de periode 1970-2000. Dit betekent dat de looptijd van het getij, d.w.z.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

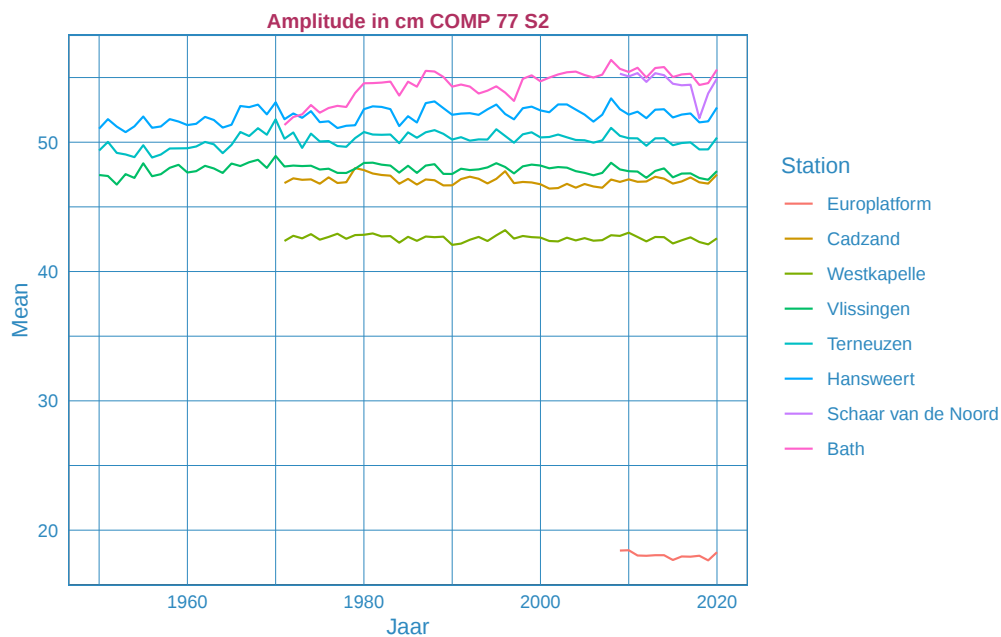
De fase van de M4-component neemt af bij Hansweert en is abrupt. Bij Bath neem de fase van M4 toe is geleidelijker in vergelijking van de verandering bij Hansweert.



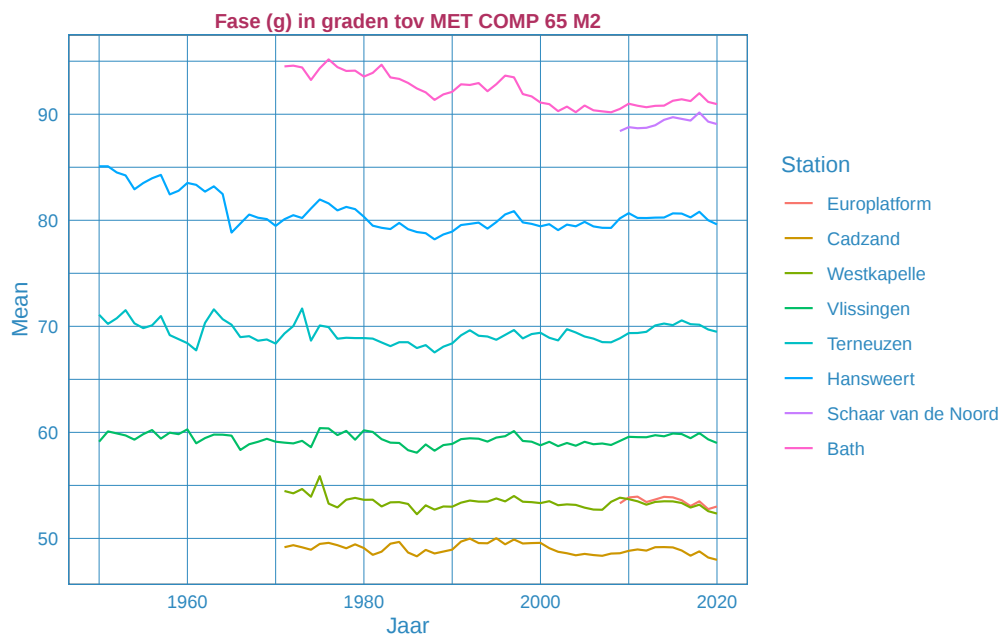
Figuur 3.21 Amplitude van de M2-getijcomponent voor de landelijke meetstations.



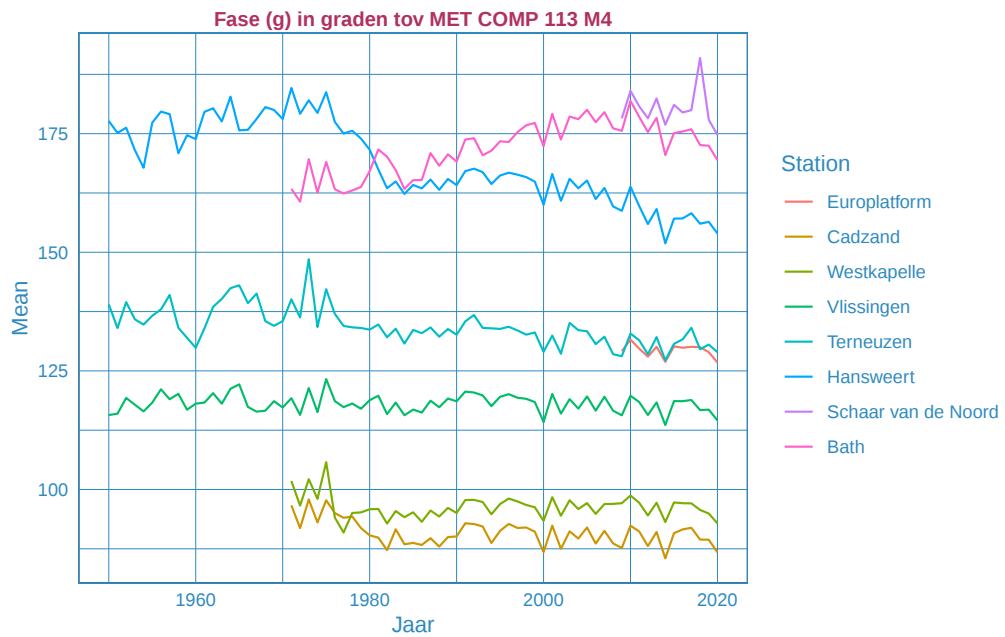
Figuur 3.22 Amplitude van de M4-getijcomponent voor de landelijke meetstations.



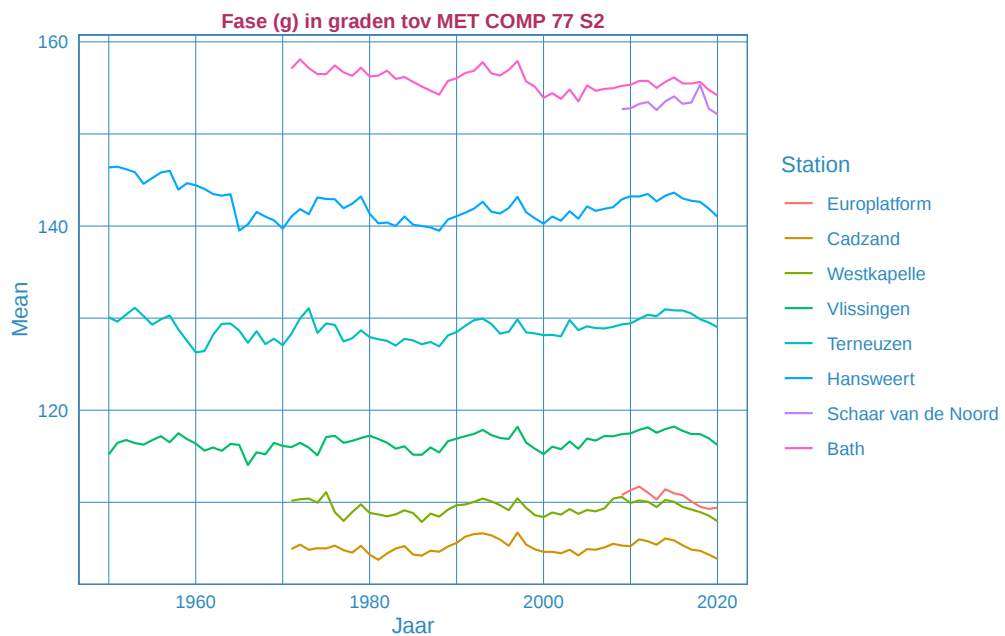
Figuur 3.23 Amplitude van de S2-getijcomponent voor de landelijke meetstations.



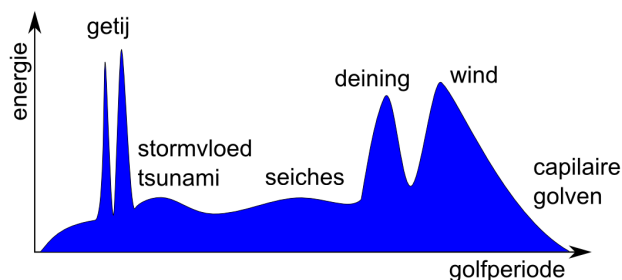
Figuur 3.24 Fase van de M2-getijcomponent voor de landelijke meetstations.



Figuur 3.25 Fase van de M4-getijcomponent voor de landelijke meetstations.



Figuur 3.26 Fase van de S2-getijcomponent voor de landelijke meetstations.



Figuur 3.27 Voorbeeld van een geschematiseerd golfspectrum op zee (naar: www.infrawiki.nl).

3.2 Golven

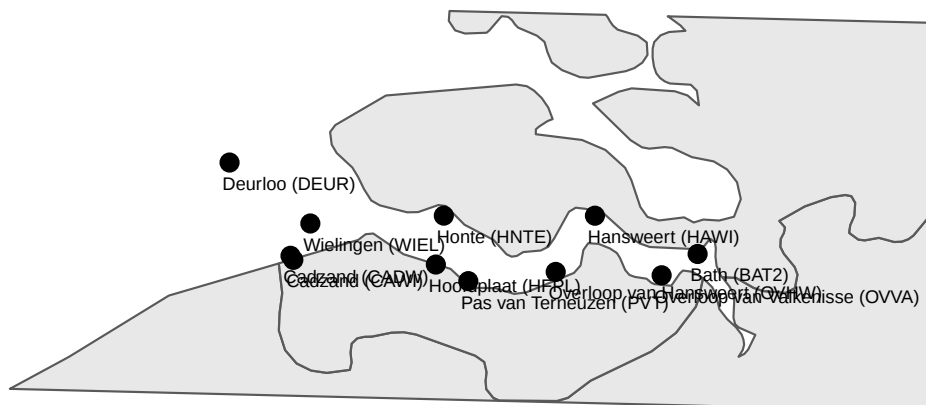
Golven die voorkomen op de Noordzee en in de Westerschelde hebben steeds verschillende golfhoogte, -periode en richting. Dit is afhankelijk van de wind (kracht, duur, richting, strijklengte), de waterdiepte en de golfvoortplanting. Van golfmetingen wordt meestal per 15 minuten een spectrum afgeleid, waarin golven met verschillende golfhoogte en -periode (in de vorm van een frequentie = $1 / \text{periode}$) zijn opgenomen, zie Figuur 3.27. De golven die in deze paragraaf worden meegenomen bevinden zich aan de rechterkant van het in Figuur 3.27 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 tijdsbestek 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 maandelijkse gemiddelde en het maandelijkse 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). Echter zijn golfrichting metingen van belang voor bijvoorbeeld aanvallen op de kust. Daarom is het verstandig om in de volgende



Figuur 3.28 Ligging van de meetstations voor de golfhoogte en -periode.

rapportage deze metingen weer op te nemen.

3.2.1 Informatie over de metingen

Golven worden in de Westerschelde en in de monding op een aantal stations (zie Figuur 3.28) 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 golfperiodes op de betreffende locatie. Het frequentiebereik is 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

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 3.4 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 3.4 is te zien dat voor Hoofdpijl sinds januari 2016 geen nieuwe data beschikbaar is.

Voor de metingen van golven worden verschillende meetinstrumenten gebruikt. Hieronder een uitleg over de instrumenten:

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 golfperiodes. Op de Noordzee en de Delta is het golffrequentiebereik van directional waverider

Tabel 3.4 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
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

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. Deze boei 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 golfbraak 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 golfbraak is gemonteerd aan een platform of een meetpaal. De bemonsteringsfrequentie is 2,56 Hz.

3.2.2 Golfhoogte

De maandelijkse gemiddelden en maandelijkse maxima van de significante golfhoogte zijn weergegeven in Figuur 3.31 t/m Figuur 3.40 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 dunnere 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 ~0.6 t/m 0.9 m en maxima net boven de 1.6 m bij Deurloo, zie ook Figuur 3.29. Niet al deze golven propageren de Westerschelde in. Alleen de golven die naar het (zuid)oosten bewegen propageren de Westerschelde in. 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 20 cm, met maxima verschillend van 0.2 t/m 0.6 m. 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 3.30 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 10 en 75 centimeter ligt. Voor stations verder vanaf de monding is minder dan 10% groter dan 25 centimeter, terwijl in Deurloo dit 4x zo hoog is (i.e. 100 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 50 en 75 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

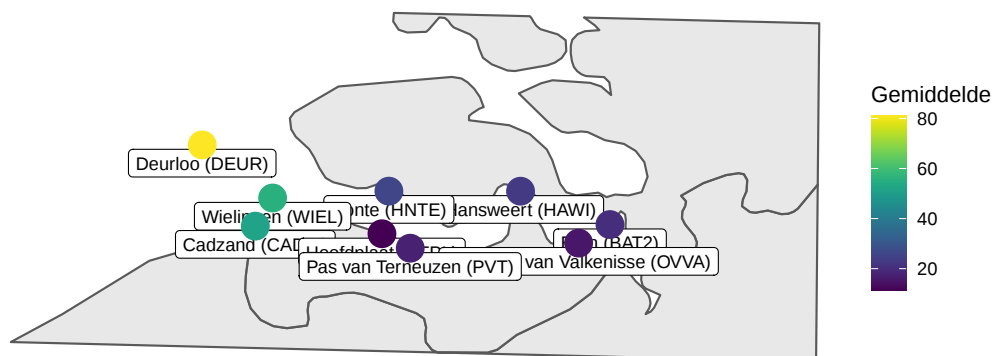
De golfperiode wordt weergegeven met twee parameters: $T_{H,1/3}$ (de gemiddelde periode van de golven behorende bij de significante golfhoogte $H_{1/3}$) en T_{m02} (de gemiddelde periode van alle golven). De maandelijkse gemiddelden en maandelijkse maxima van de golfperiode zijn weergegeven in Figuur 3.43 t/m Figuur 3.52 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 dunnere 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- of afname van de golfperiode.

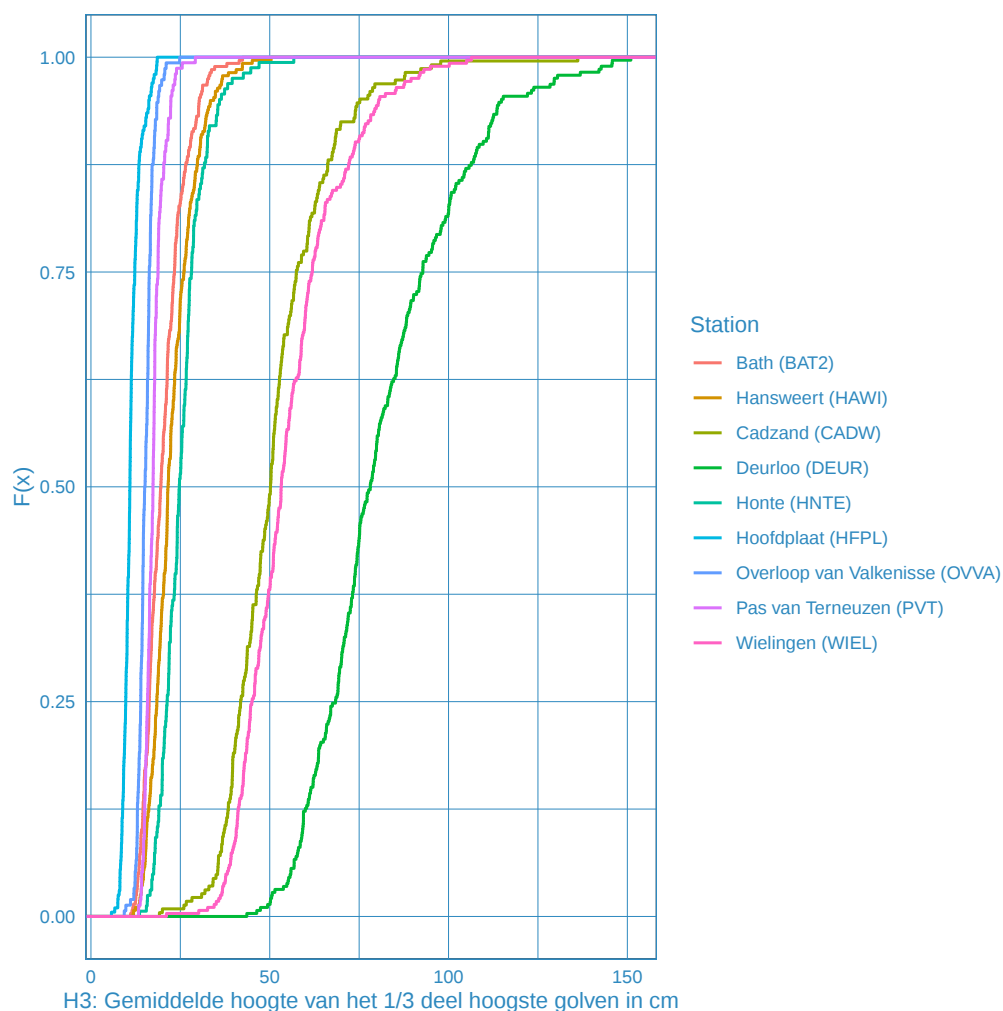
Tabel 3.5 Gewogen gemiddelde en maximale waarden voor de golfhoogte in cm (zowel $H_{1/3}$ als H_{m0}) voor alle stations.

Station	Hm0 med	Hm0 max	H1/3 med	H1/3 max
Bath (BAT2)	20	43	20	42
Hansweert (HAWI)	23	52	23	50
Cadzand (CAWI)	56	100	NA	NA
Cadzand (CADW)	56	150	52	140
Overloop van Hansweert (OVHW)	20	40	NA	NA
Deurloo (DEUR)	88	160	81	150
Honte (HNTE)	26	59	26	57
Hoofdplaat (HFPL)	12	20	11	19
Pas van Terneuzen (PVT)	18	31	18	29
Wielingen (WIEL)	58	110	55	110
Overloop van Valkenisse (OVVA)	NA	NA	15	25

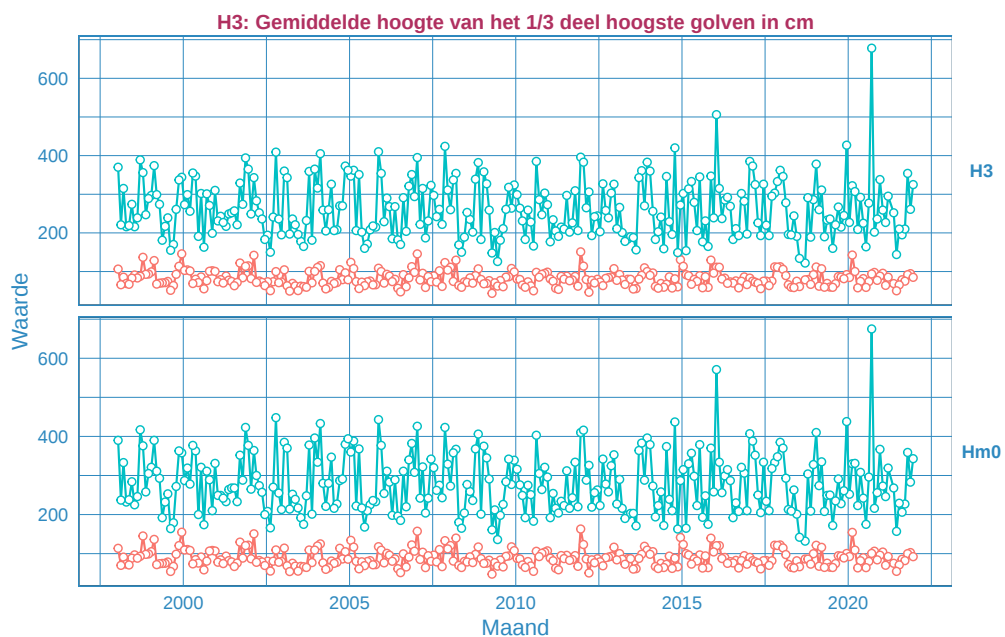
H3: Gemiddelde hoogte van het 1/3 deel hoogste golven in cm



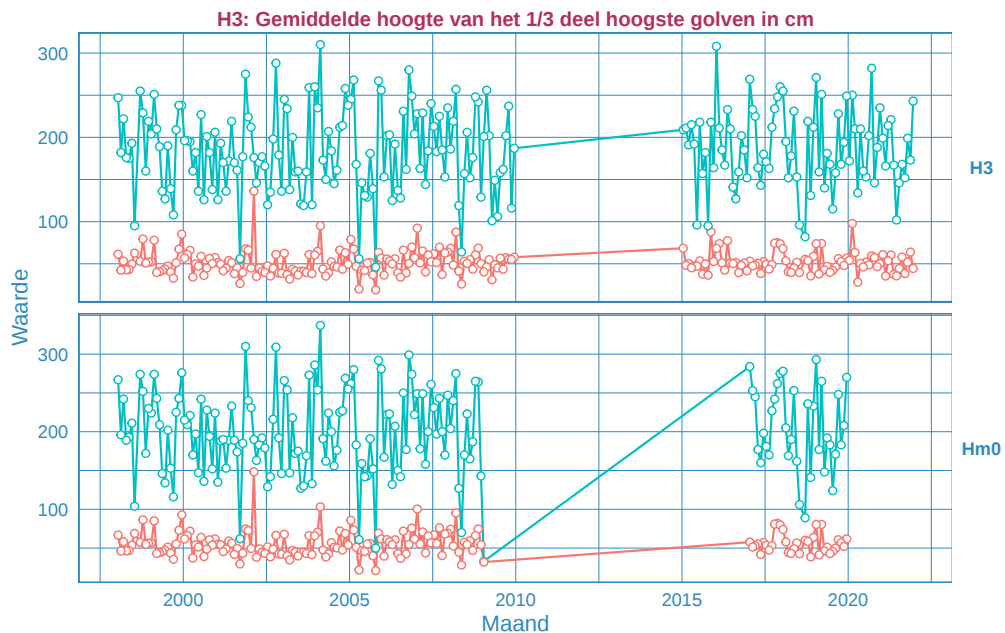
Figuur 3.29 Gewogen gemiddelde significante golfhoogte per station berekend op basis van het spectrum voor alle beschikbare data vanaf 1998.



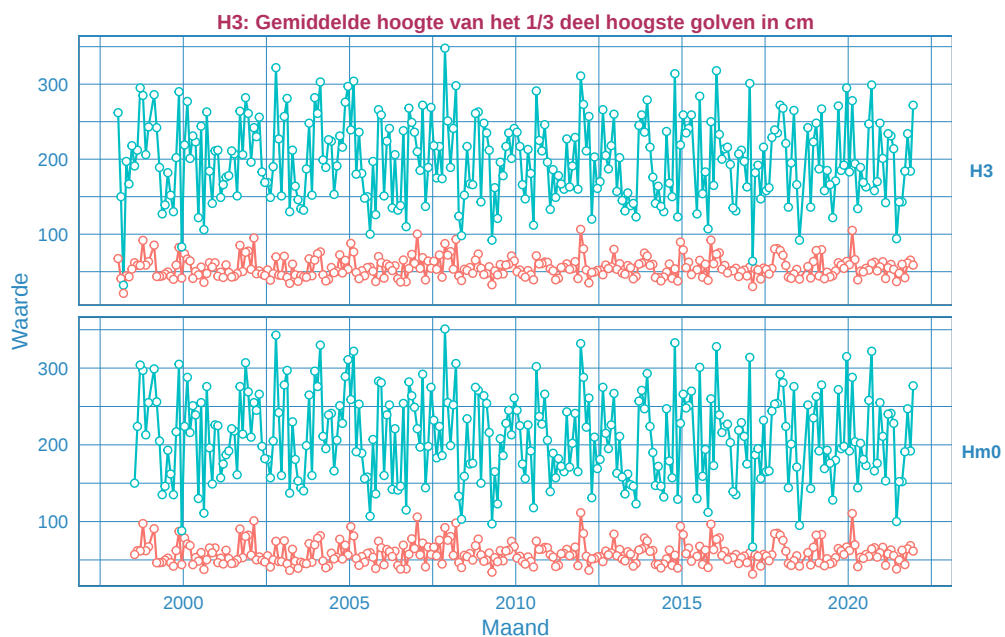
Figuur 3.30 Empirische distributiefunctie voor de significante golfhoogte berekend op basis van het spectrum voor alle beschikbare data vanaf 1998.



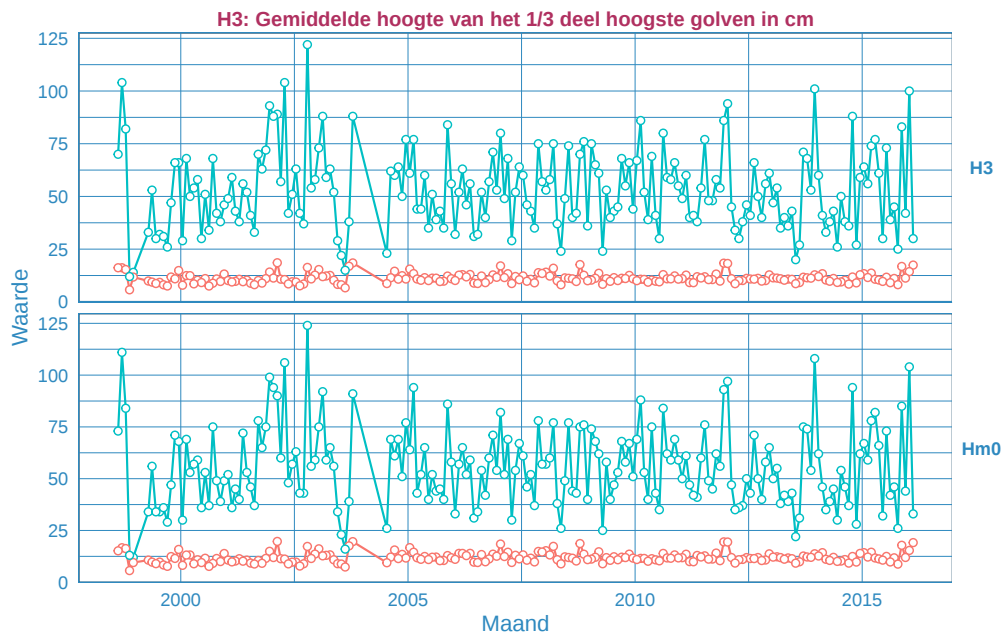
Figuur 3.31 Maandelijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte $H_{1/3}$ (boven) en H_{m0} (onder) voor station Deurloo.



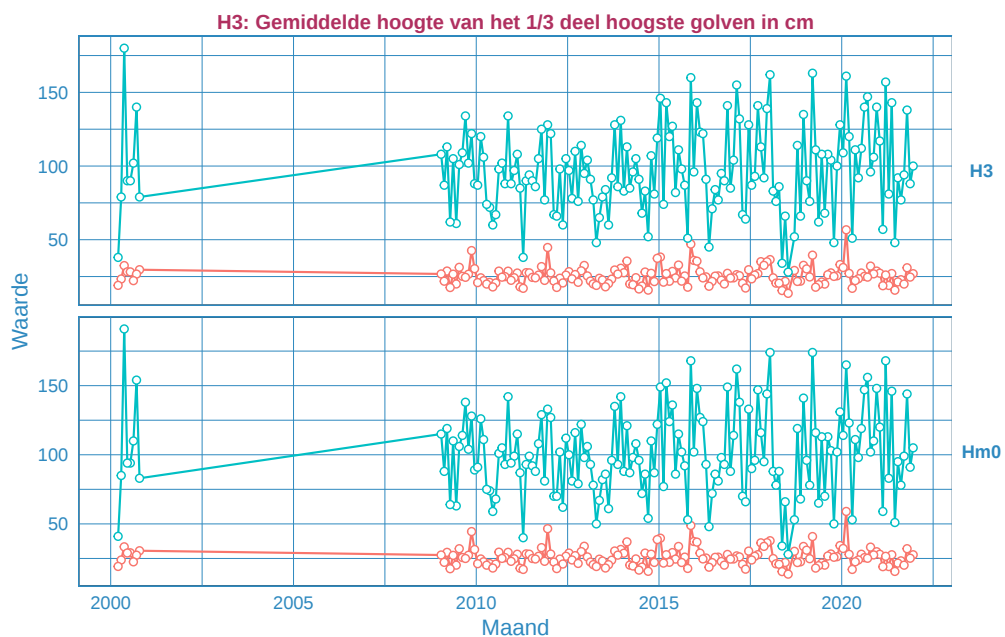
Figuur 3.32 Maandelijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte $H_{1/3}$ (boven) en H_{m0} (onder) voor station Cadzand



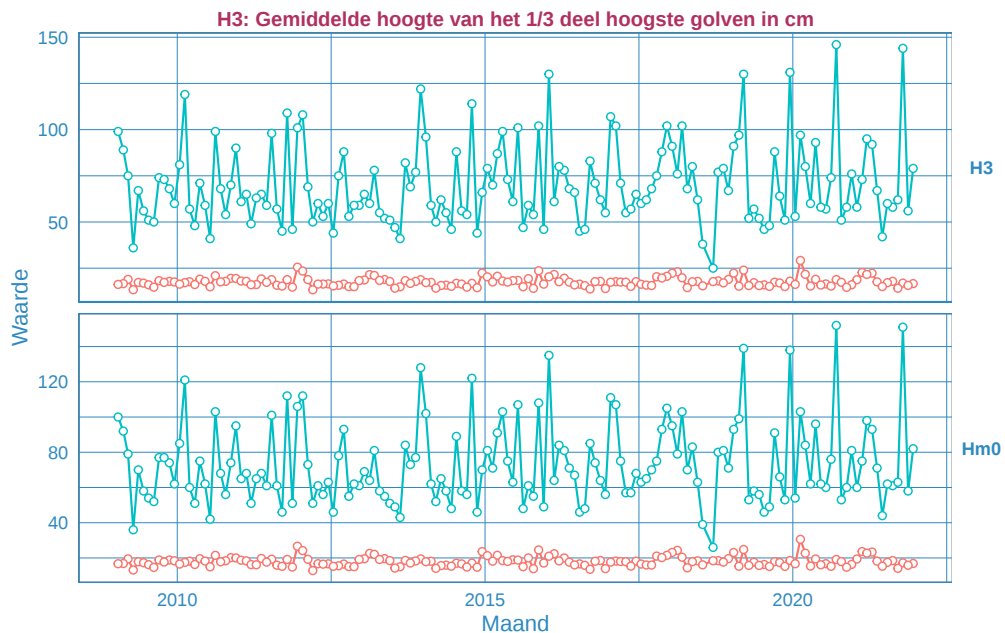
Figuur 3.33 Maandelijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte $H_{1/3}$ (boven) en H_{m0} (onder) voor station Wielingen



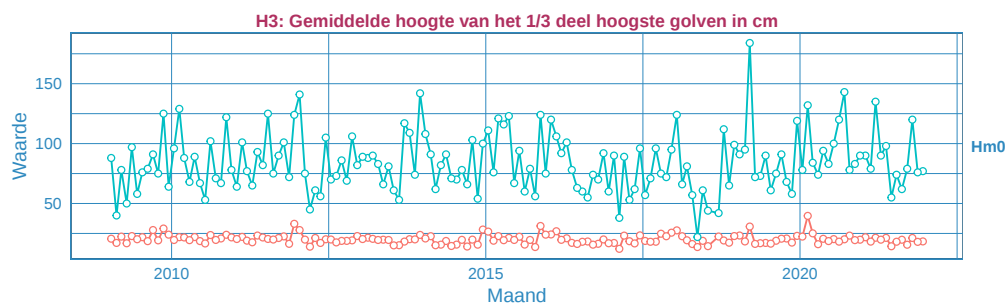
Figuur 3.34 Maandelijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte $H_{1/3}$ (boven) en H_{m0} (onder) voor station Hoofdplaat.



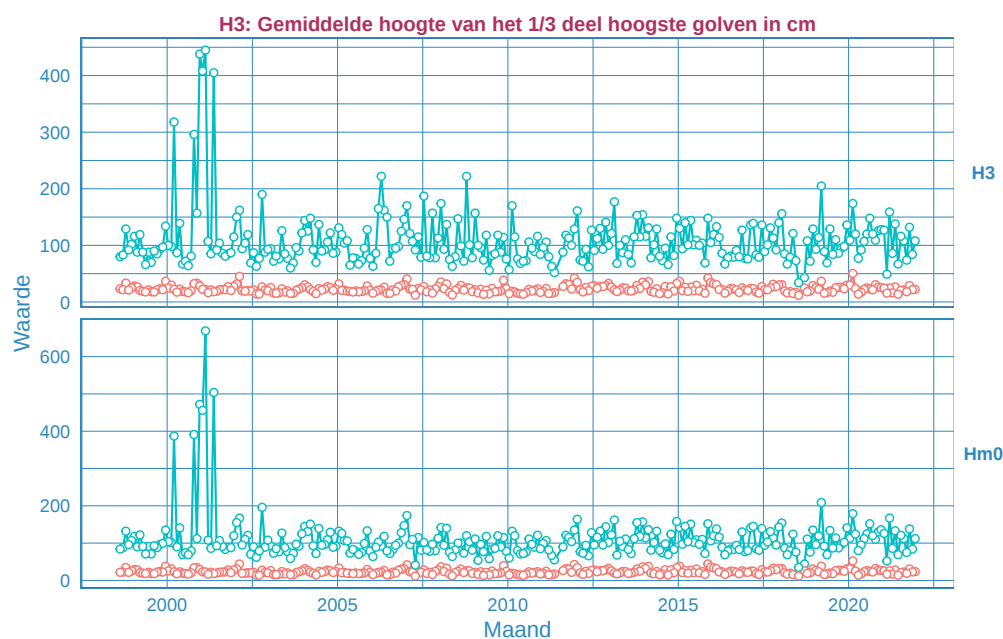
Figuur 3.35 Maandelijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte $H_{1/3}$ (boven) en H_{m0} (onder) voor station Honte.



Figuur 3.36 Maandelijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte $H_{1/3}$ (boven) en H_{m0} (onder) voor station Pas van Terneuzen.



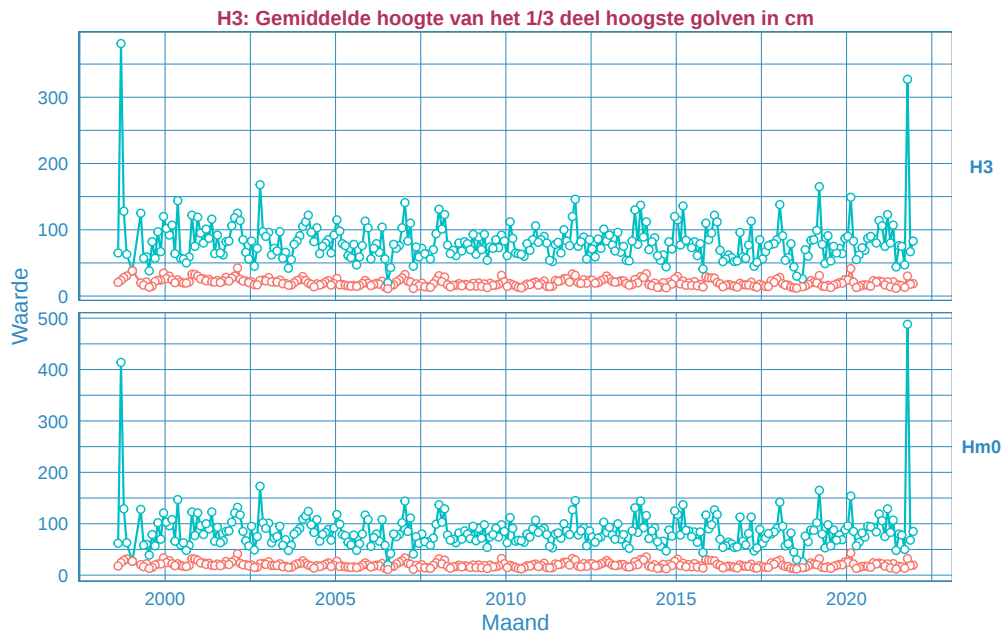
Figuur 3.37 Maandelijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte H_{m0} voor station Overloop van Hansweert (Hier is geen H3 beschikbaar).



Figuur 3.38 Maandelijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte $H_{1/3}$ (boven) en H_{m0} (onder) voor station Hansweert.



Figuur 3.39 Maandelijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte $H_{1/3}$ voor station Overloop van Valkenisse (H_{m0} is hier niet beschikbaar).



Figuur 3.40 Maandelijks gemiddelde en maximum van de significante golfhoogte $H_{1/3}$ (boven) en H_{m0} (onder) voor station Bath.

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 3.41. 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 3.50) samenhangen met scheepsgolven of met effect van een schip dat voorbij komt.

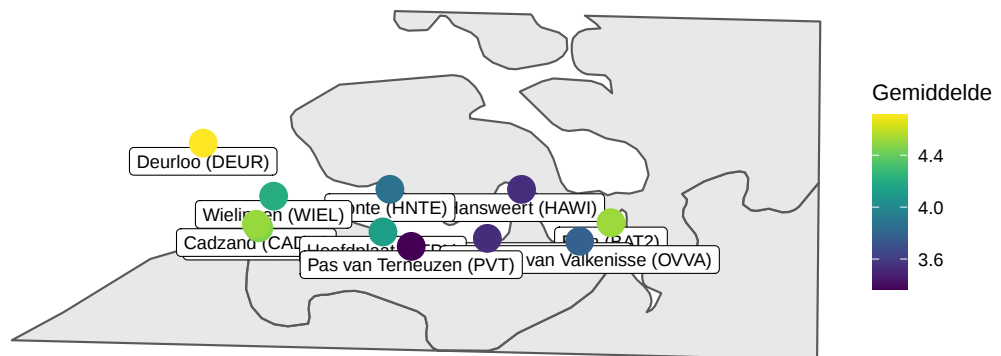
Figuur 3.42 laat de empirische distributie van gemiddelde golfperiode op basis van alle beschikbare data zien. Hierin constateren we dat de mediaan van de golfperiode in de Westerschelde tussen de 3 en 4,5 seconden ligt. Algemeen geldt dat golven in de monding golfperiodes van 3-4 seconden hebben. In de Westerschelde neemt dit af en zijn er golf periodes van 1,5 tot 3 seconden. Opvallend is dat verschillende curves suggereren dat er een duidelijke knik zit bij ongeveer 3.5-4 seconden. Dit suggereert dat het mogelijk moet zijn, via spectrale filtering, om de scheepsgolven en de

Tabel 3.6 Gewogen gemiddelde en maximale waarden voor de golfperiode in s (zowel $T_{H,1/3}$ als T_{m02}) voor alle stations.

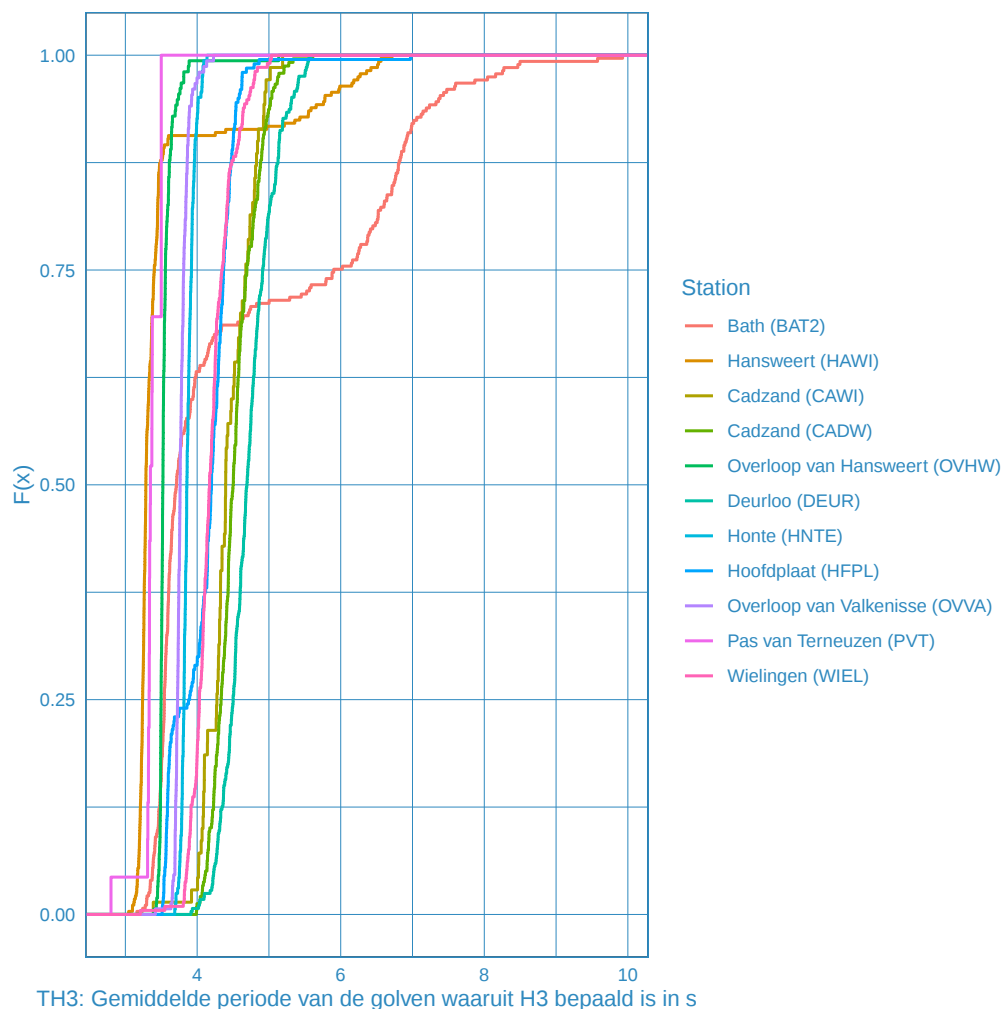
Station	Th3 med	Th3 max	Tm02 med	Tm02 max
Bath (BAT2)	4.5	9.9	2.0	3.0
Hansweert (HAWI)	3.5	6.7	2.0	2.2
Cadzand (CAWI)	4.5	5.2	3.0	3.4
Cadzand (CADW)	4.5	5.6	3.7	4.6
Overloop van Hansweert (OVHW)	3.5	5.1	2.1	3.0
Deurloo (DEUR)	4.7	5.6	3.8	4.5
Honte (HNTE)	3.9	4.1	2.6	2.9
Hoofdplaat (HFPL)	4.1	7.0	1.6	1.8
Overloop van Valkenisse (OVVA)	3.8	4.2	2.4	2.7
Pas van Terneuzen (PVT)	3.4	3.5	NA	NA
Wielingen (WIEL)	4.2	5.0	3.2	4.4

windgolven van elkaar te scheiden. Dat zou interessante informatie zijn, bijvoorbeeld bij het bepalen van de dijkhoogtes (er zijn geen scheepsgolven bij maatgevende condities).

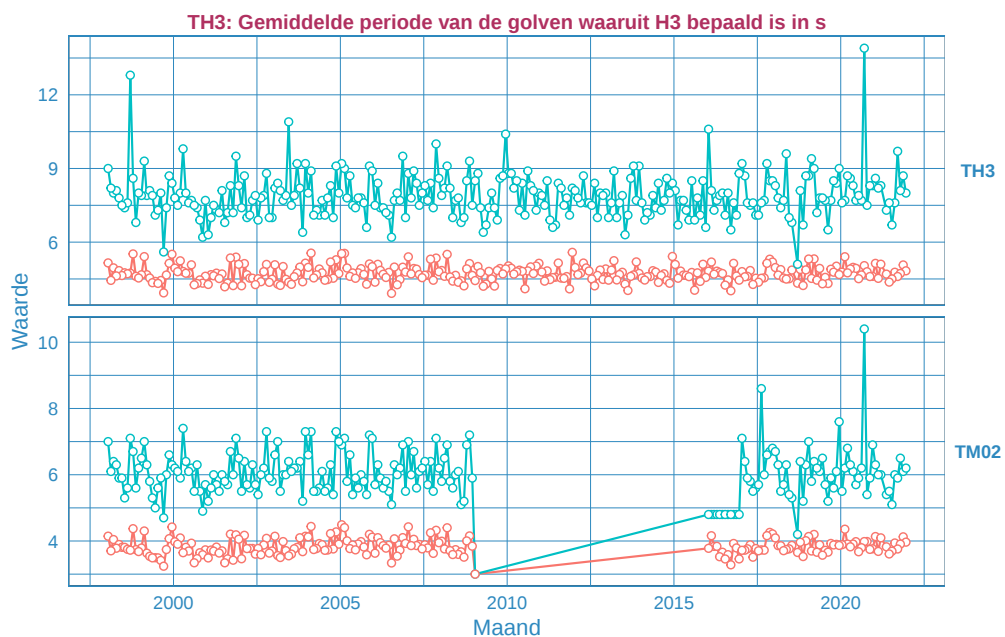
TH3: Gemiddelde periode van de golven waaruit H3 bepaald is in s



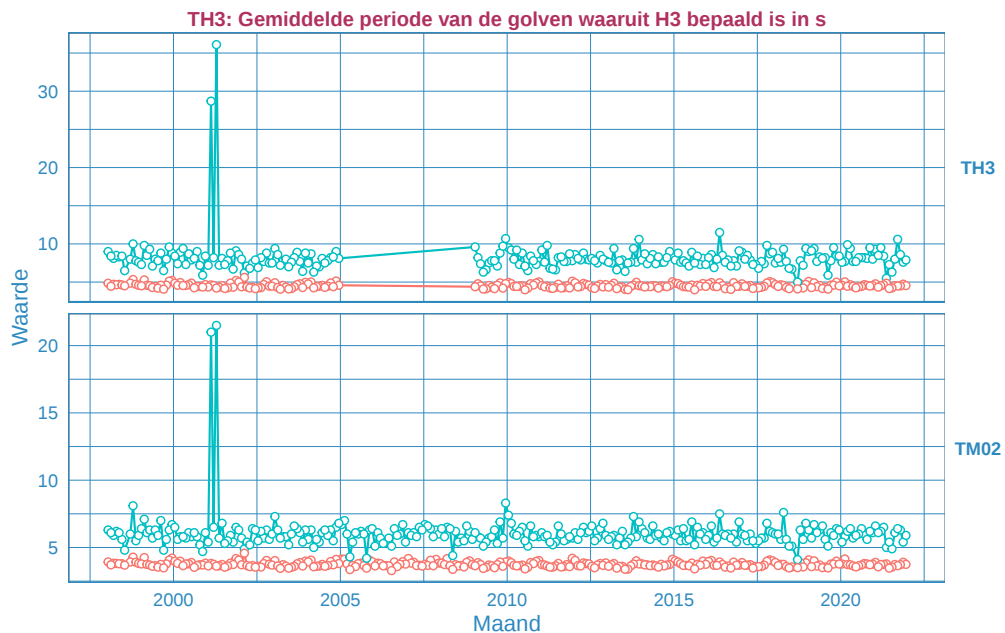
Figuur 3.41 Gewogen gemiddelde significante golfperiode per station berekend op basis van het spectrum voor alle beschikbare data vanaf 1998.



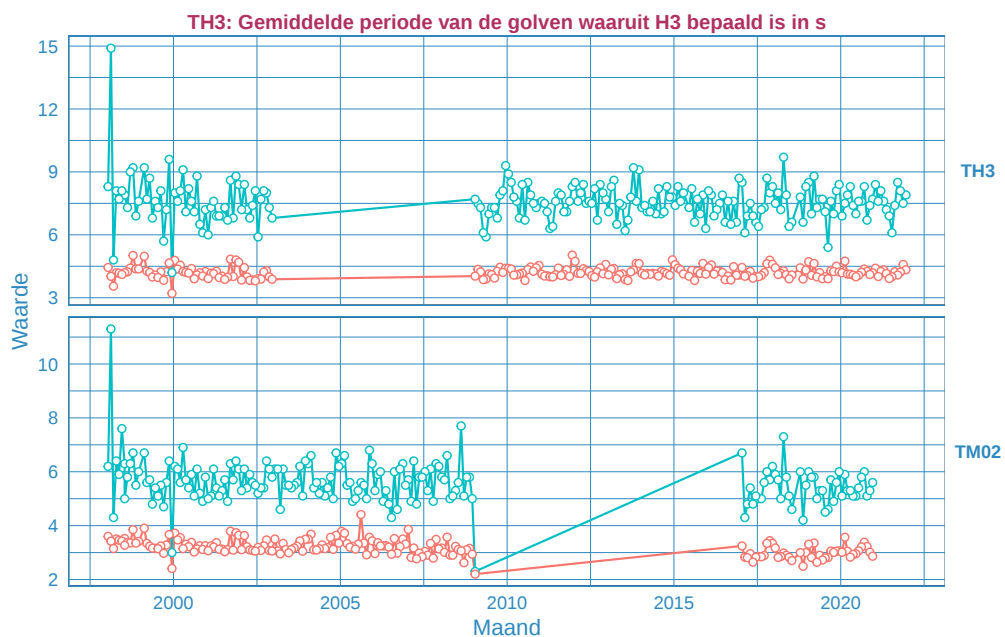
Figuur 3.42 Empirische distributiefunctie voor de significante golfperiode berekend op basis van het spectrum voor alle beschikbare data vanaf 1998.



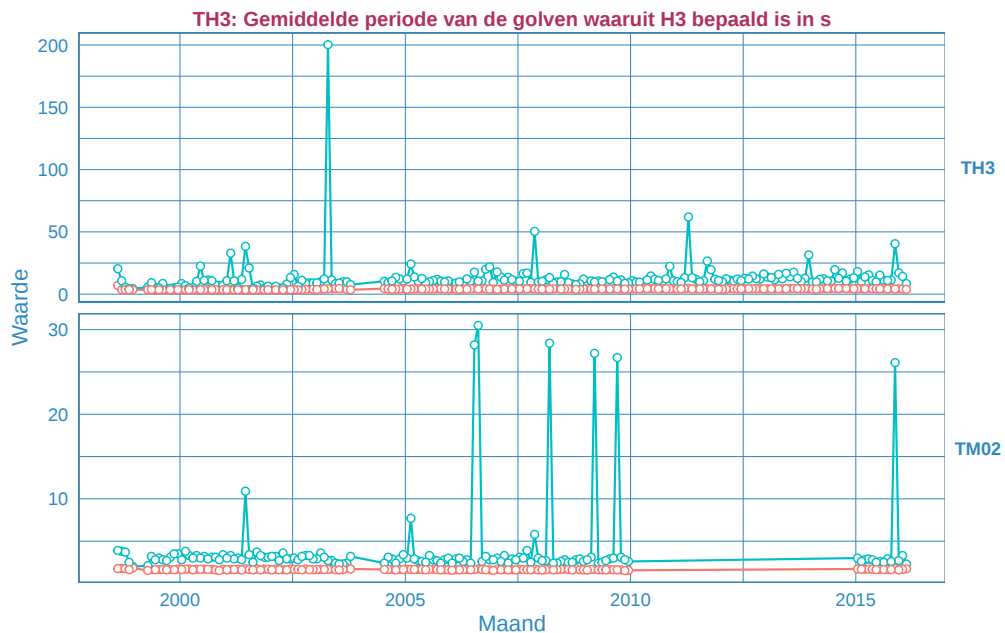
Figuur 3.43 Maandelijks gemiddelde (rood) en maximum (blauw) van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Deurloo.



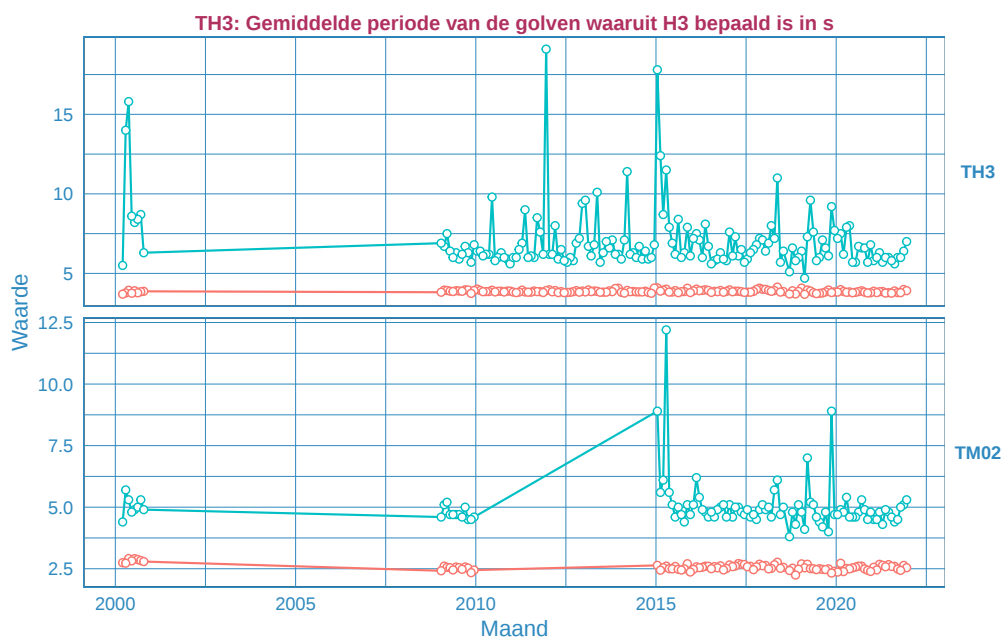
Figuur 3.44 Maandelijks gemiddelde en maximum van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Cadzand.



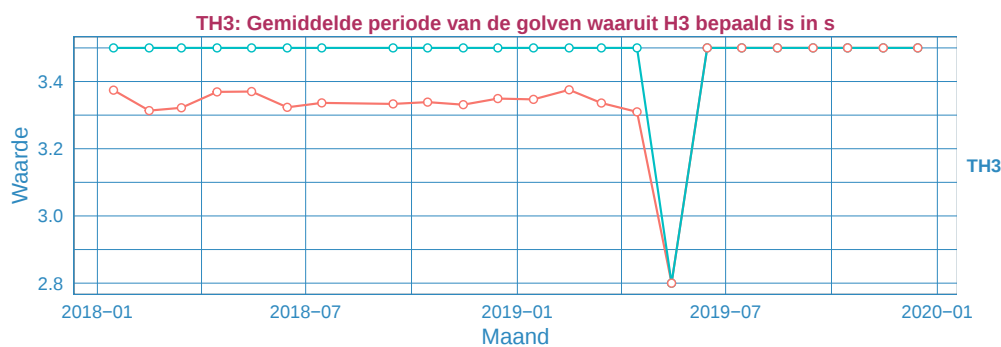
Figuur 3.45 Maandelijks gemiddelde en maximum van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Wielingen.



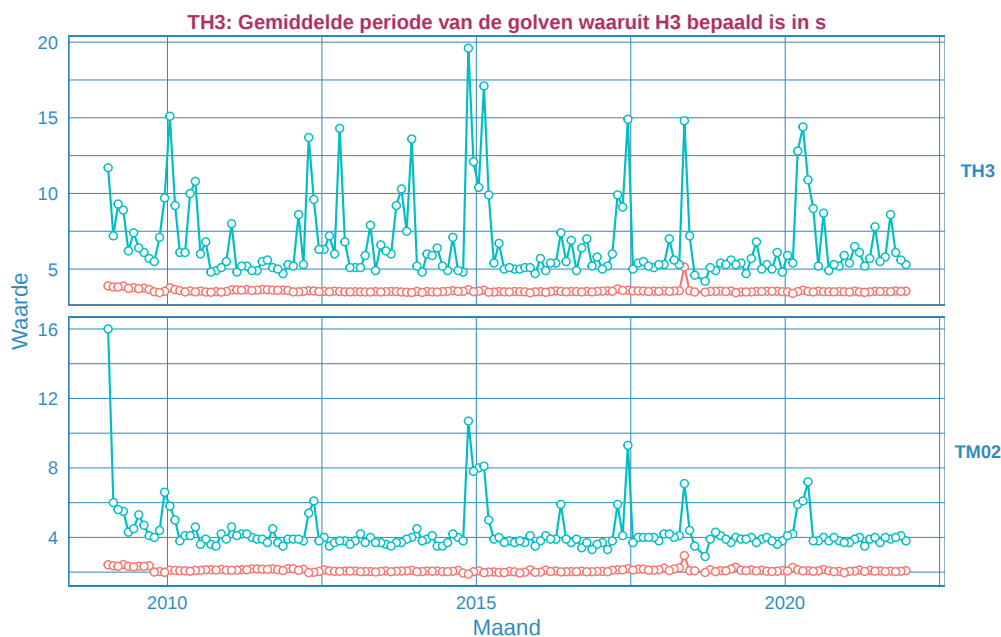
Figuur 3.46 Maandelijks gemiddelde en maximum van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Hoofdplaat.



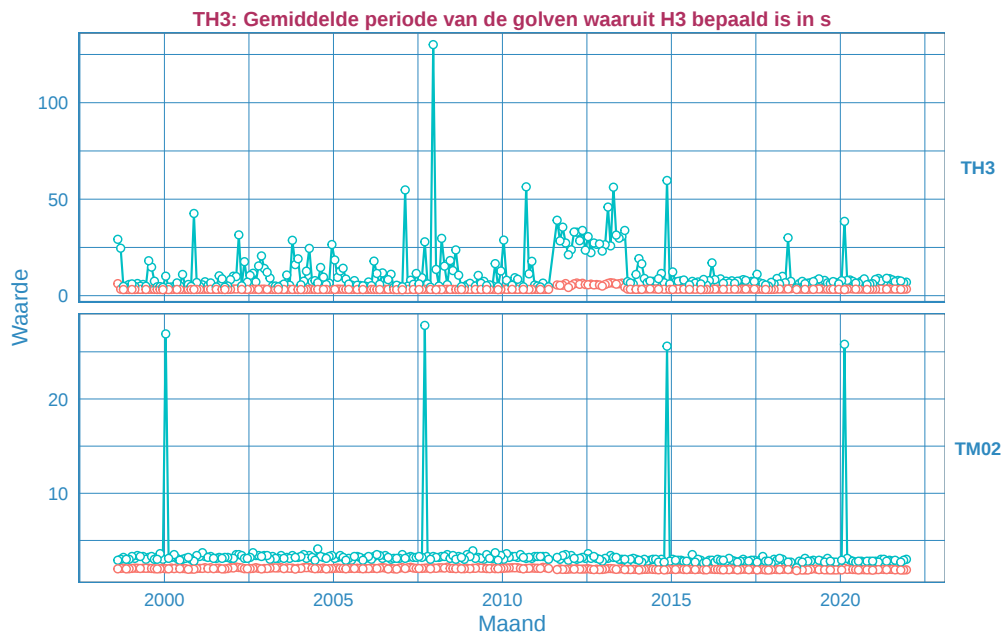
Figuur 3.47 Maandelijks gemiddelde en maximum van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Honte.



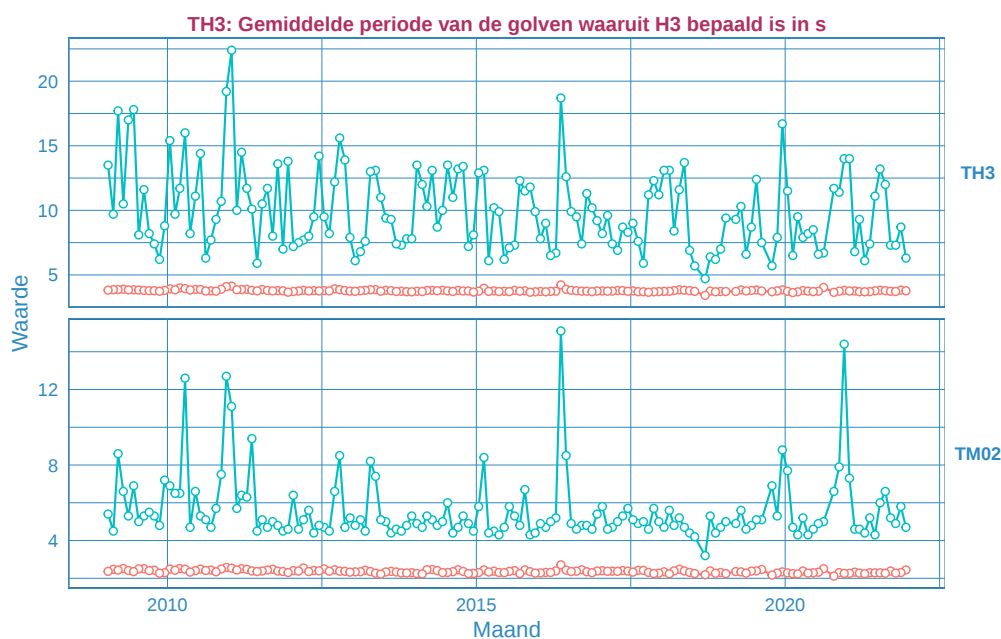
Figuur 3.48 Maandelijks gemiddelde en maximum van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Pas van Terneuzen.



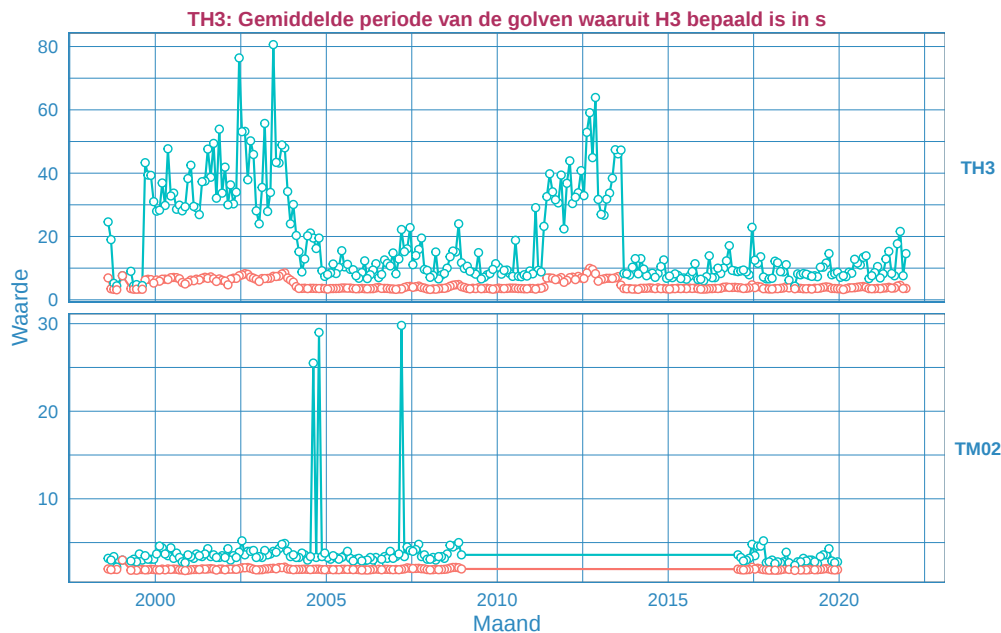
Figuur 3.49 Maandelijks gemiddelde en maximum van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Overloop van Hansweert.



Figuur 3.50 Maandelijks gemiddelde en maximum van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Hansweert.



Figuur 3.51 Maandelijks gemiddelde en maximum van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Overloop van Valkenisse.



Figuur 3.52 Maandelijks gemiddelde en maximum van de golfperiode $T_{H1/3}$ (boven) en T_{M02} (onder) voor station Bath.

4 Oppervlaktewater - Fysisch-chemische parameters

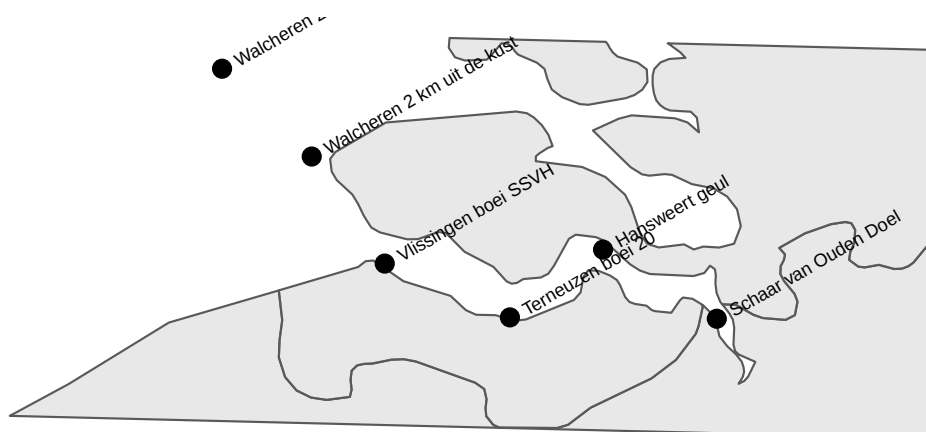
Voor de bepaling van de fysisch-chemische parameters in het oppervlaktewater en in zwevend stof vinden in het kader van MWTL vaartochten plaats, waarbij op vaste punten monsters worden genomen op ca. 1.5 m onder het wateroppervlak. In dit hoofdstuk zijn de metingen in oppervlaktewater opgenomen. Naast 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. Deze continue metingen zijn niet opgenomen in dit rapport.

4.1 Informatie over de metingen

In totaal zijn er drie verschillende vaartochten waarbij telkens op vaste locaties in de Westerschelde monsters worden genomen van het oppervlaktewater, zie Figuur 4.1. 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 2020 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 van 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 4.1 voor de locaties).

De meetgegevens worden gepresenteerd door middel van medianen per jaar, en de 10- en 90-percentiele waarde die voor elk jaar gemeten is. Voor sommige parameters zijn deze waarden ook per maand of seizoen uitgedrukt. Bij het berekenen van deze waarden voor parameters over een bepaalde periode is de gegevensdichtheid 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 de waarde omgezet naar $0.5 \cdot$ de detectiegrens meegenomen als meetwaarde. Daarnaast is meestal een trendlijn (Kendall non-parametrische test of Theil-Sen schatting) vanaf het jaar 2000 toegevoegd, zodat de trend niet direct beïnvloed wordt door de tweede verruiming in 1997-1998. Het geschaduwde gebied rond de trendlijn is het 95% predictieinterval van de trendlijn. Medianen, 10- en 90-percentielen 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 de statistiek uitgevoerd over de beschikbare periode.



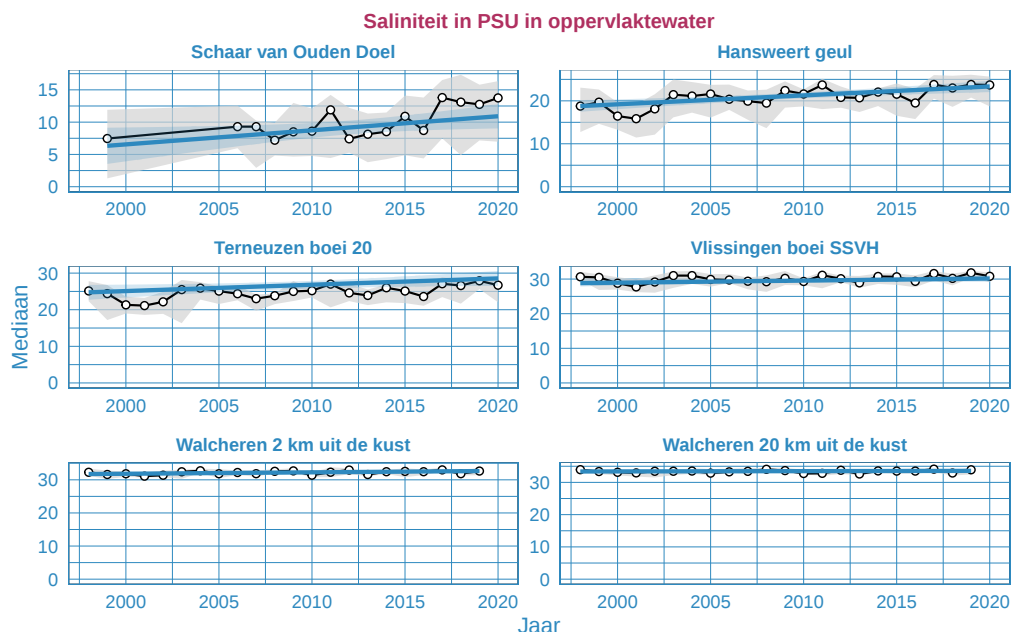
Figuur 4.1 Ligging van de meetstations voor het oppervlaktewater.

Tabel 4.1 Statistiek voor saliniteit (DIMSLS) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	9.3	15.1	4.44	0.308	0.000
Hansweert geul	20.9	24.7	15.50	0.256	0.000
Terneuzen boei 20	24.4	27.9	20.40	0.200	0.000
Vlissingen boei SSVH	29.9	31.9	27.40	0.082	0.000
Walcheren 2 km uit de kust	32.2	33.3	30.90	0.043	0.001
Walcheren 20 km uit de kust	33.4	34.3	32.30	0.014	0.065

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 de statistieken over zowel jaar, seizoen, als maand weergegeven.



Figuur 4.2 Tijdserie van saliniteit in de Westerschelde en in de monding. De blauwe lijn is een Kendall trendlijn met het 0.95 predictie-interval.

4.2.1 Jaarlijkse waarden

Figuur 4.2 toont de resultaten voor saliniteit per jaar. De stations zijn gerangschikt in stroomafwaartse richting. Daarnaast zijn in Tabel 4.1 deze waarden per station weergegeven.

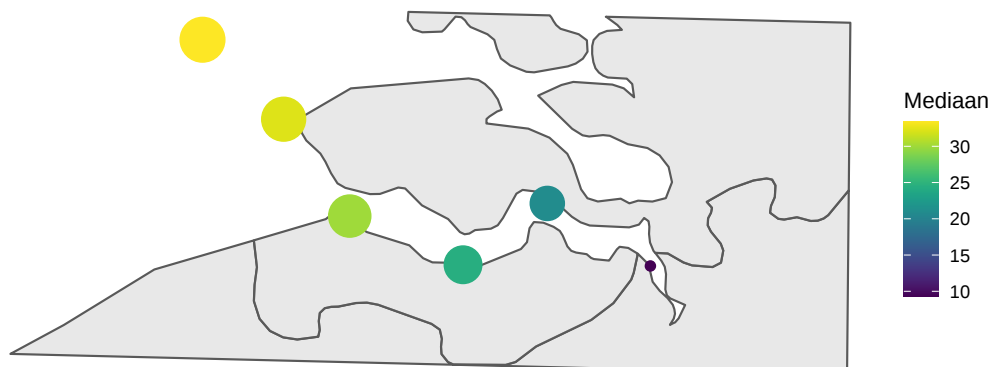
De zoutgehaltes nemen af in stroomopwaartse richting zoals te zien is in Figuur 4.3 ten gevolge van de zoetwaterafvoer van de Schelde. Bij Schaar van Ouden Doel bedraagt de saliniteit nog circa een kwart van de saliniteit op zee. De variabiliteit in saliniteit neemt toe in stroomopwaartse richting, zowel binnen een jaar, getuige de extreme waarden, als tussen de jaren. Uit de grafieken blijkt dat de jaarmediaan 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 gegevens lijkt er een toename van de saliniteit, met name bij Hansweert geul.

De toenemende trend is significant bij stations Schaar van Ouden Doel en Hansweert Geul. Over alle beschikbare gegevens heeft Hansweert geul een toename van de saliniteit van 0.166 PSU per jaar ($p = 0.014$), zie Tabel 4.1. 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 Zomer- en winterwaarden

Figuur 4.4 toont de zomer- en wintermediaan van saliniteit per jaar voor de verschillende stations. Ook hier is te zien hoe de zoutgehaltes afnemen in stroomopwaartse richting. Het zoutgehalte in de zomer is ongeveer gelijk aan het zoutgehalte in de winter. Bij de bovenstroomse stations kunnen in de winter lagere zoutgehaltes optreden dan in de zomer.

Saliniteit in PSU in oppervlaktewater



Figuur 4.3 Mediaan saliniteit per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1997.

Tabel 4.2 Statistiek voor temperatuur (oC) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 2000.

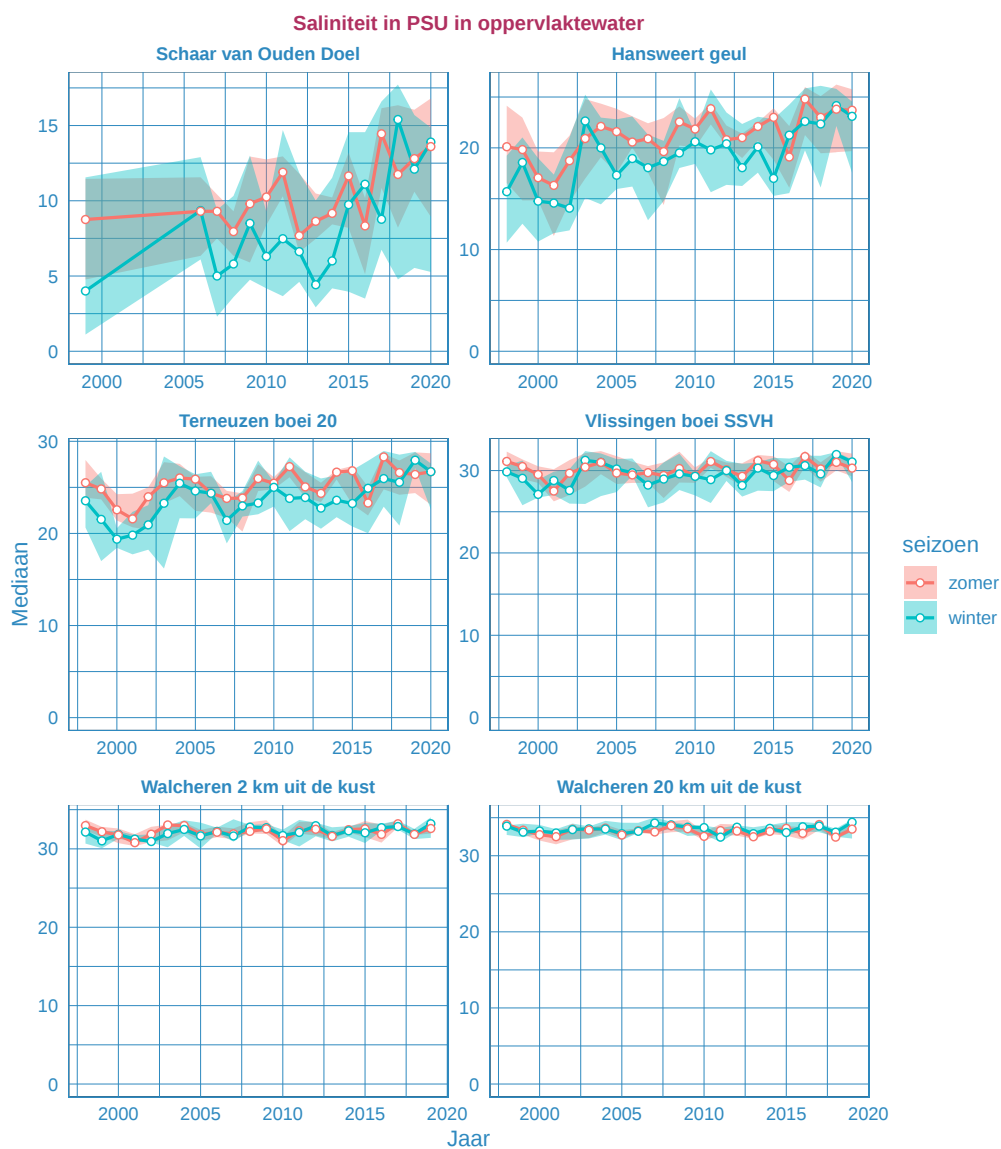
Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	13.7	21.5	6.40	-0.024	0.055
Hansweert geul	15.4	20.4	5.98	-0.073	0.000
Terneuzen boei 20	11.7	19.7	4.60	0.081	0.001
Vlissingen boei SSVH	14.3	19.8	5.48	0.008	0.562
Walcheren 2 km uit de kust	11.8	19.2	5.06	0.033	0.024
Walcheren 20 km uit de kust	12.2	18.8	5.52	0.025	0.341

4.2.3 Maandelijks waarden

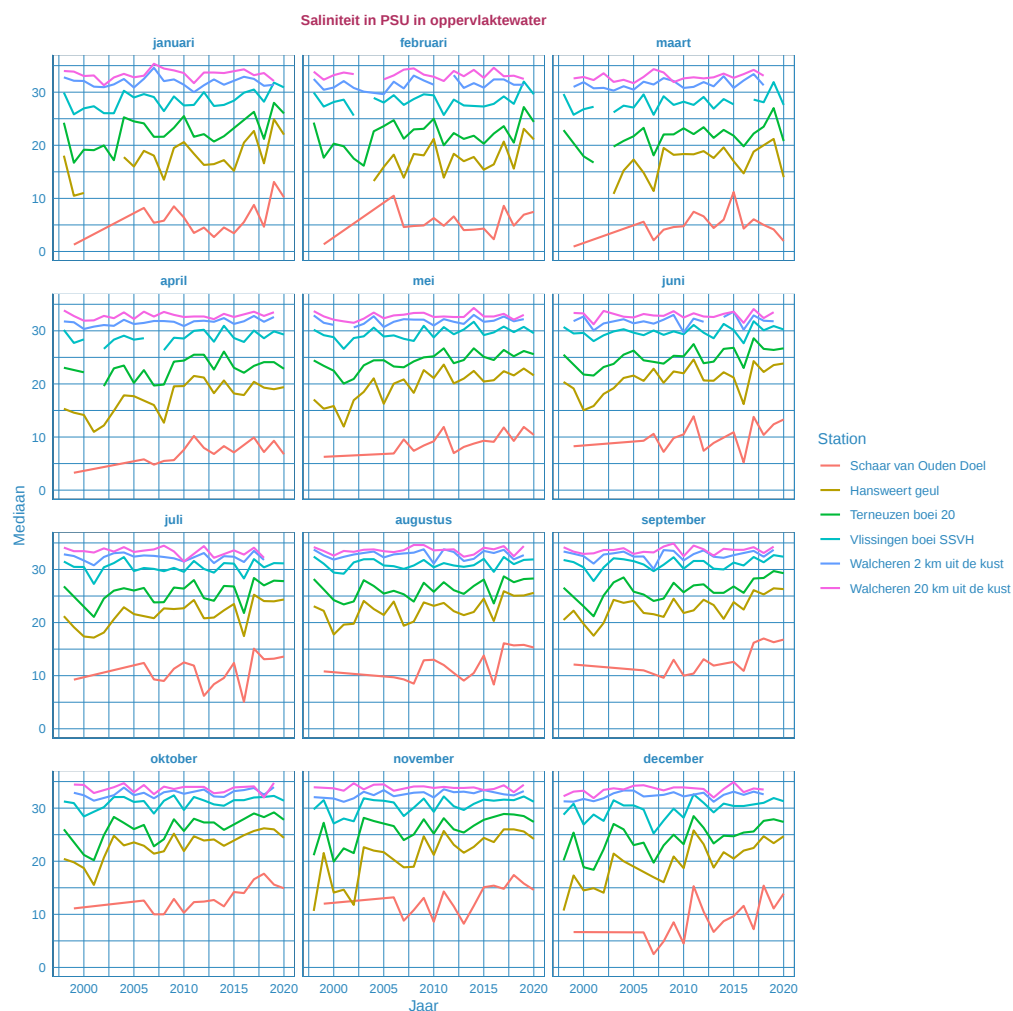
Figuur 4.5 toont de maandelijks medianen van de saliniteit per jaar voor de verschillende stations. Voor de wintermaanden is dit meestal maar één meetwaarde. Voor de zomermaanden zijn het voor Hansweert geul en Vlissingen boei SSVH twee à drie meetwaardes. De fluctuaties tussen de jaren zijn bij de meer bovenstroom gelegen stations gedurende de zomermaanden kleiner dan in de wintermaanden.

4.3 Watertemperatuur

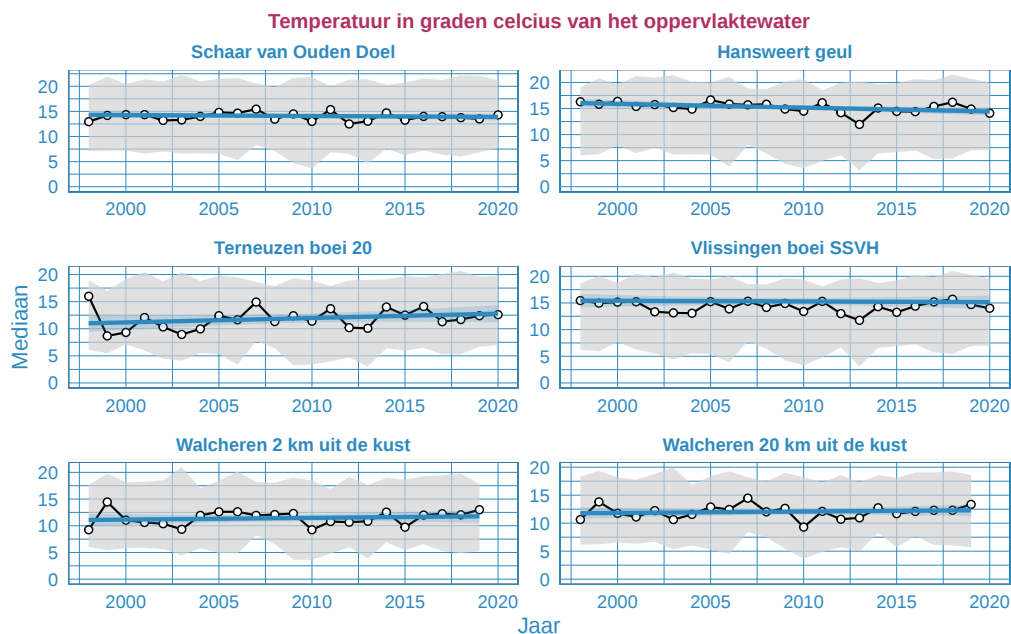
De watertemperatuur is vooral belangrijk in relatie tot biologische parameters. De watertemperatuur wordt ook gebruikt om samen met de geleidendheid de saliniteit te berekenen. Deze is 1 meter onder het wateroppervlak gemeten.



Figuur 4.4 Resultaten voor saliniteit gedurende de zomer en de winter in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.



Figuur 4.5 Maandgemiddelde saliniteit in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.



Figuur 4.6 Jaarlijkse Resultaten voor temperatuur in de Westerschelde en in de monding vanaf 1998. In 2015 zijn er bij Walcheren alleen metingen gedaan tussen september en december, hierdoor zijn de waarden lager dan in andere jaren.

4.3.1 Jaarlijkse waarden

Figuur 4.6 toont de jaarmediane watertemperatuur per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2020, samen met het 10- en 90-percentiel van de gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 4.2 deze waardes per station weergegeven samen met de trend.

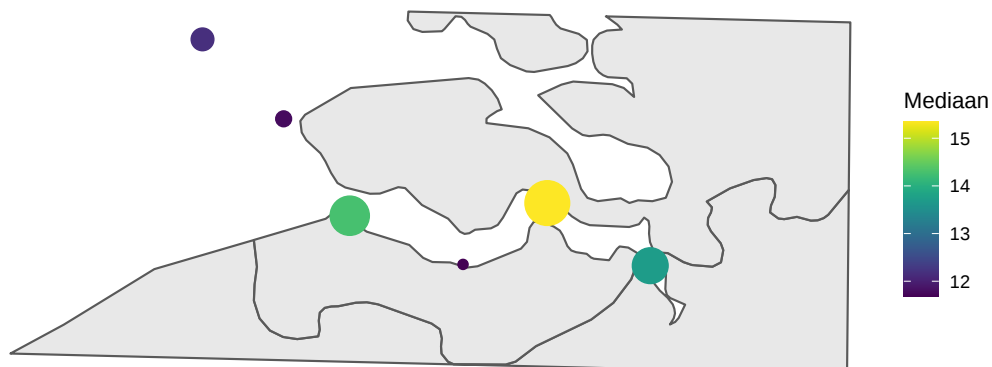
De jaarmediane watertemperatuur vertoont over de weergegeven periode geen duidelijk zichtbare trends en ligt ongeveer tussen de 5 en 20 graden Celsius. De extreme waardes tonen dat in de zomer de watertemperatuur in het oostelijk deel van de Westerschelde kan pieken tot waardes van ca. 25 graden Celsius. 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 mediaantemperatuur is weergegeven in Figuur 4.7 en ligt rond de 12 graden voor de Walcheren stations en Terneuzen. De temperatuur bij Vlissingen, Hansweert geul en Schaar van Ouden Doel is hoger dan bij Terneuzen en Walcheren. Er is geen significante trend in temperatuur.

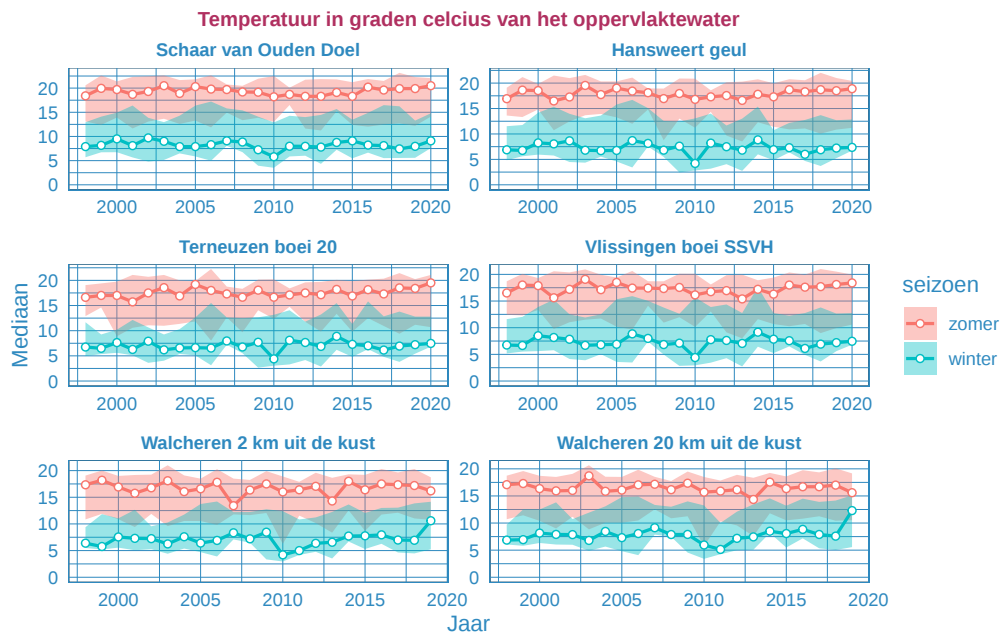
4.3.2 Zomer- en de winterwaarden

Figuur 4.8 toont de zomer- en wintermediane 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.

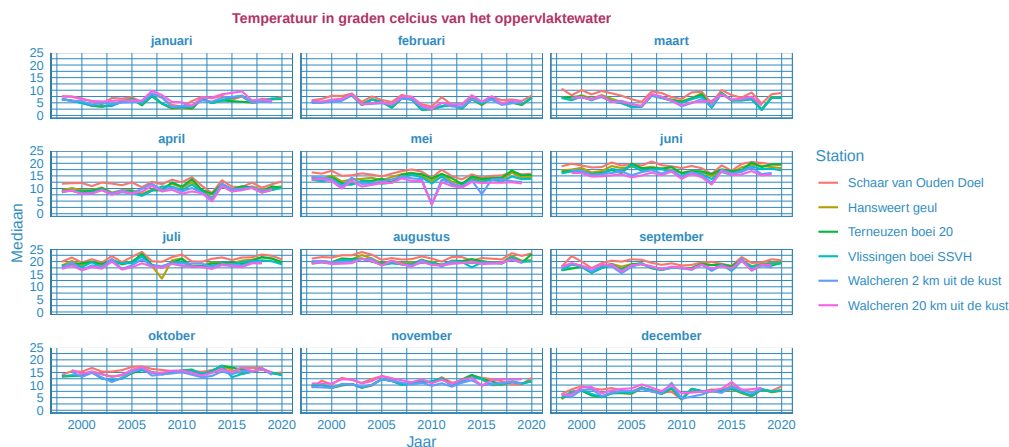
Temperatuur in graden celcius van het oppervlaktewater



Figuur 4.7 Mediaan voor de temperatuur per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 2000



Figuur 4.8 Mediaantemperatuur gedurende de zomer en de winter in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.



Figuur 4.9 Maandelijkse mediaantemperatuur in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

4.3.3 Maandelijkse waarden

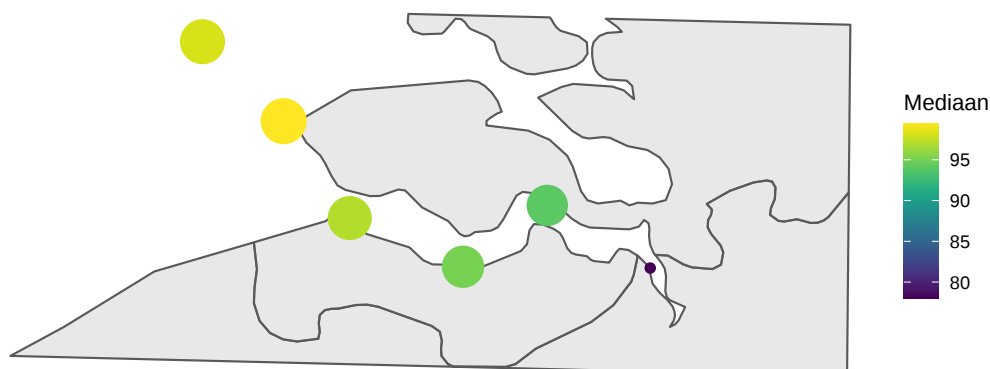
Figuur 4.9 toont de maandelijkse mediaanwaarden van de watertemperatuur per jaar voor de verschillende stations. Voor Terneuzen boei 20, Walcheren 2 km uit de kust en Walcheren 20 km uit de kust betreft dit meestal maar één meetwaarde, voor Schaar van Ouden Doel meestal twee en voor Hansweert geul en Vlissingen boei SSVH één à twee, afhankelijk van het seizoen. De maandelijkse waarden tonen grotere fluctuaties dan de seizoens- en jaarmedianen. 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.

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 bepaald als een absoluut gehalte in mg/l en als een percentage van de verzadigingsconcentratie. We presenteren hier de resultaten van de laatste, 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 tegen de 100 % en varieert tot boven de 110 %. Hansweert, Vlissingen en Terneuzen fluctueren rond de 95 %, terwijl Schaar van Ouden Doel rond de 70-80 % hangt, zie Figuur 4.10. In het verleden zijn de zuurstofgehalten in de Westerschelde erg laag geweest, op sommige plaatsen was zelfs sprake van een zuurstofloze situatie, als gevolg van lozingen van huishoudelijk en industrieel afvalwater. Inmiddels is de situatie sterk verbeterd.

Zuurstof in % in oppervlaktewater



Figuur 4.10 Mediane verzadigingspercentage zuurstof per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1997.

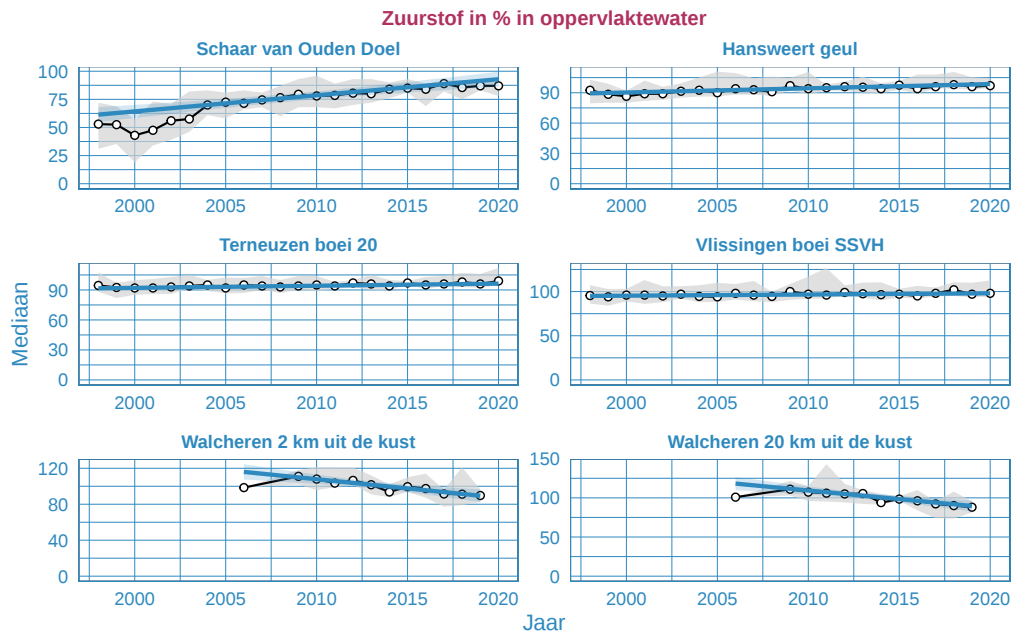
Tabel 4.3 Statistiek voor zuurstof (%) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	78.0	90	51.0	1.290	0.000
Hansweert geul	94.0	104	87.0	0.417	0.000
Terneuzen boei 20	95.0	104	88.0	0.261	0.000
Vlissingen boei SSVH	97.0	109	90.0	0.120	0.000
Walcheren 2 km uit de kust	99.4	117	87.6	-2.040	0.003
Walcheren 20 km uit de kust	98.2	116	83.1	-2.200	0.003

4.4.1 Jaarmediane verzadigingspercentage zuurstof

Figuur 4.11 toont de jaarlijkse resultaten voor zuurstofverzadigingspercentage per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2020. Daarnaast zijn in Tabel 4.3 de resultaten over alle jaren per station weergegeven.

De resultaten laten een (sterke) onderverzadiging zien (waardes < 100 %) op het station Schaar van Ouden Doel. Op dit station is wel een duidelijke positieve trend waarneembaar, die de laatste jaren wat lijkt af te vlakken. Het verzadigingspercentage bij Schaar van Ouden Doel is de afgelopen jaren toegenomen met 1.3 % per jaar en deze toename is statistisch significant. Dit kan verklaard worden door een verbetering van de algemene waterkwaliteit. In de rest van de Westerschelde is deze toename lager maar nog steeds significant. Op zee (Walcheren stations) was zuurstof over het algemeen oververzadigd (> 100%). Over de jaren neemt het verzadigingspercentage af met ongeveer 2 % per jaar. Ook deze afname is significant.

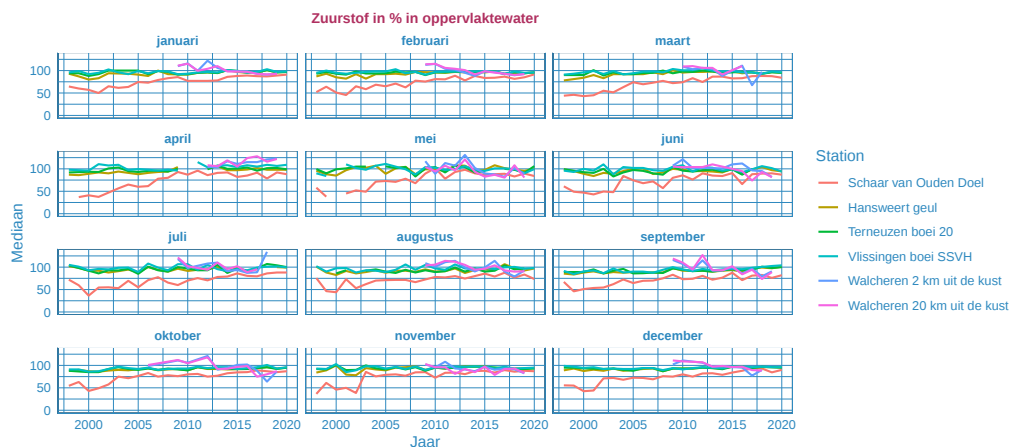


Figuur 4.11 Jaarlijkse Resultaten van het zuurstofverzadigingspercentage in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

4.4.2 Maandelijkse waarden verzadigingspercentage zuurstof

Figuur 4.12 toont de maandelijkse mediaanwaarden 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 zuurstofgehaltes 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 zuurstofgehaltes. Bovendien is er een fluctuatie binnen de dag, met hoge gehalten overdag (als er gemeten wordt) en lage gehalten 's nachts. Hoge zuurstofgehaltes (> 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.



Figuur 4.12 Maandelijkse mediaan voor zuurstofverzadigingspercentage in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

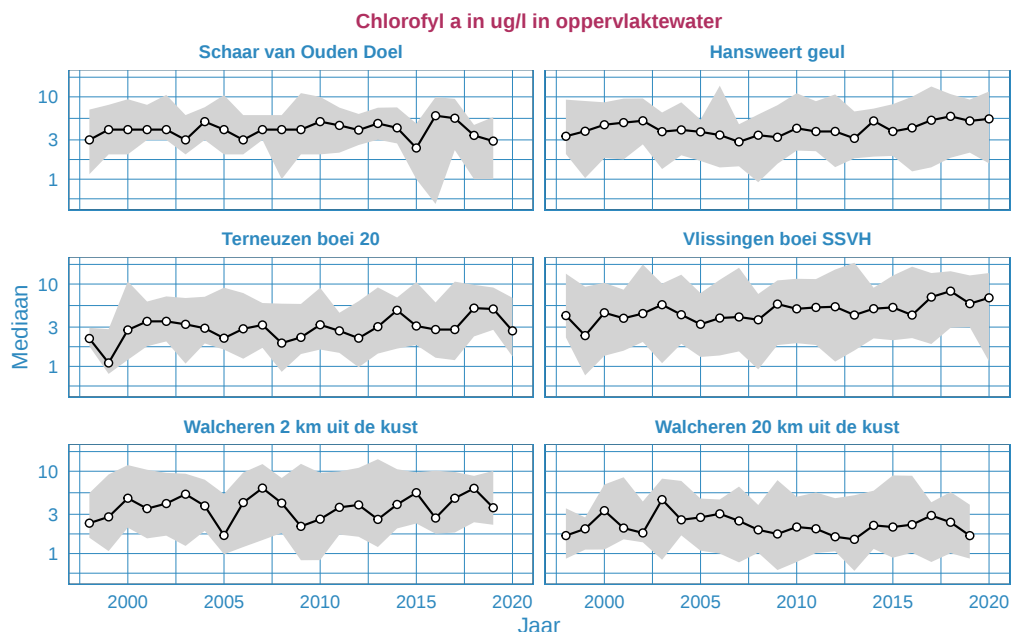
Tabel 4.4 Statistiek voor chlorofyl-a (ug/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 2000

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	4.00	8.00	2.00	0.000	0.263
Hansweert geul	4.10	10.00	1.54	0.039	0.026
Terneuzen boei 20	3.08	8.10	1.35	0.000	0.394
Vlissingen boei SSVH	4.80	13.30	1.50	0.119	0.000
Walcheren 2 km uit de kust	3.90	11.10	1.40	-0.010	0.729
Walcheren 20 km uit de kust	2.14	6.53	0.89	-0.043	0.011

4.5 Chlorofyl-a

Voor de bepaling van de chlorofyl-a concentratie wordt een monster van het oppervlaktewater genomen dat 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. Algengroei 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 4.17.

Vanwege het feit dat fytoplankton en dus ook chlorofyl-a exponentiële groei vertoont onder gunstige omstandigheden, is de concentratie chlorofyl-a vaak niet normaal verdeeld. In de praktijk blijkt dat log-getransformatie van de waarden volstaat om een robuust gemiddelde te verkrijgen. Dit is in vorige rapportages zo uitgevoerd. Voor de berekening van percentielen (deze rapportage) is deze transformatie niet nodig. Voor een betere visualisatie zijn de mediane waarden wel op een exponentieel getranformeerde as uitgezet.



Figuur 4.13 Jaarlijkse Resultaten van chlorofyl-a in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding. De y-as is log-getransformeerd.

4.5.1 Jaarlijkse waarden

Figuur 4.13 toont het jaarmediane gehalte chlorofyl-a per station voor de periode 1996-2018, samen met de laagste en de hoogste gemeten waarde. Daarnaast zijn in Tabel 4.4 de Resultaten waarden per station over de hele periode weergegeven.

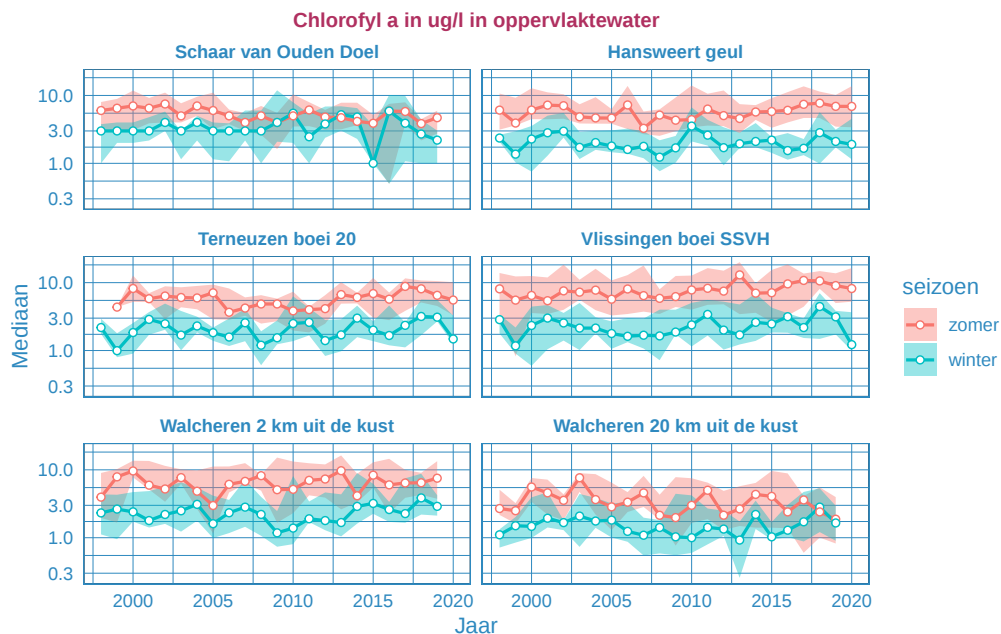
De mediane waarden zijn relatief laag (ca. 2 - 5 $\mu\text{g/l}$) en schommelen wat over de tijd. De jaarlijkse 90-percentielen laten een grote variatie zien. Bij Schaar van Ouden Doel zijn de 90-percentielen in de periode 2007-2014 hoger dan in de andere jaren. Over de gehele gegevensset constateren we geen significante statistische veranderingen, behalve op stations Hansweert Boei en Vlissingen, waar een toename is, en in Walcheren 20km uit de kust, waar een significante afname lijkt te zijn over de tijd.

4.5.2 Zomer- en winterwaardes

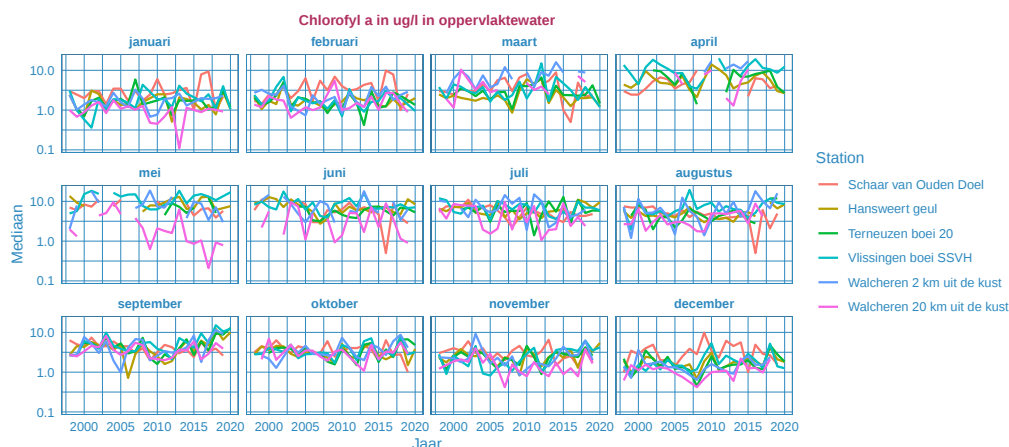
Figuur 4.14 toont het seizoensmediane gehalte chlorofyl-a per station voor de periode 1996-2018. De wintergehalten zijn laag en vertonen weinig variatie, alleen Schaar van Ouden Doel laat zo nu en dan iets hogere waarden zien. In de zomer is de variatie groter met de hoogste waarden bij Vlissingen boei SSVH.

4.5.3 Maandelijks waarden

Figuur 4.15 toont het maandelijks mediane 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 maandelijks mediaanwaarden.



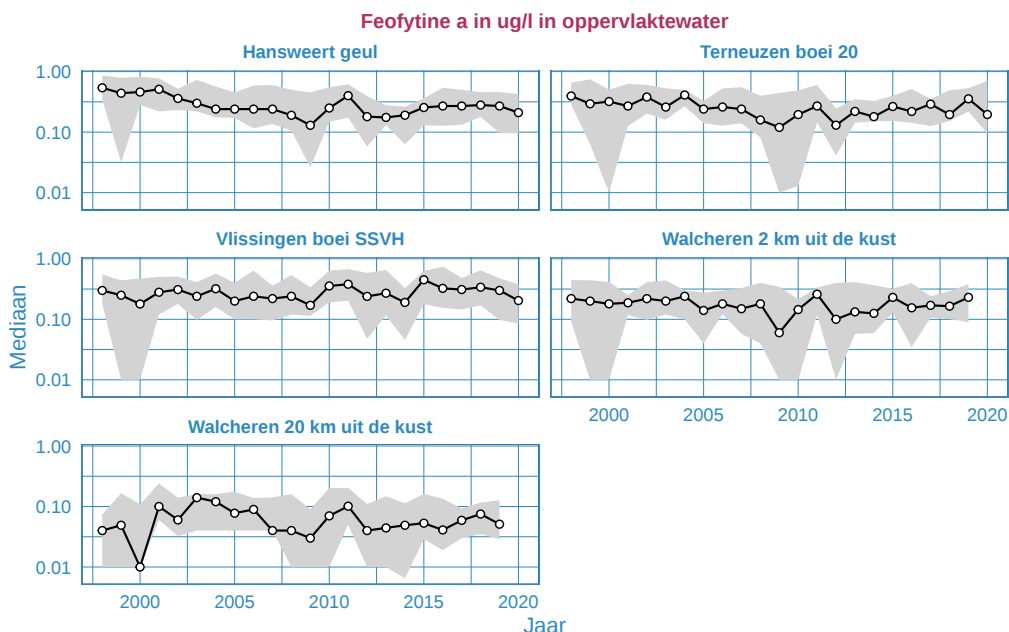
Figuur 4.14 Gemiddeld waarden voor de chlorofyl-a gedurende de zomer en de winter in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding. Statistiek is uitgevoerd op log-getransformeerde gegevens. De y-as is log-getransformeerd.



Figuur 4.15 Maandgemiddelde chlorofyl-a in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding. Statistiek is uitgevoerd op log-getransformeerde gegevens. De y-as is log-getransformeerd.

Tabel 4.5 Statistiek voor feofytine-a (ug/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Hansweert geul	0.260	0.620	0.120	-0.001	0.096
Terneuzen boei 20	0.240	0.520	0.107	-0.004	0.014
Vlissingen boei SSVH	0.260	0.569	0.100	0.005	0.001
Walcheren 2 km uit de kust	0.160	0.390	0.040	-0.001	0.185
Walcheren 20 km uit de kust	0.063	0.160	0.010	0.000	0.178



Figuur 4.16 Jaarlijkse Resultaten van feofytine in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding. Statistiek is uitgevoerd op log-getransformeerde gegevens. De y-as is log-getransformeerd.

4.6 Feofytine-a

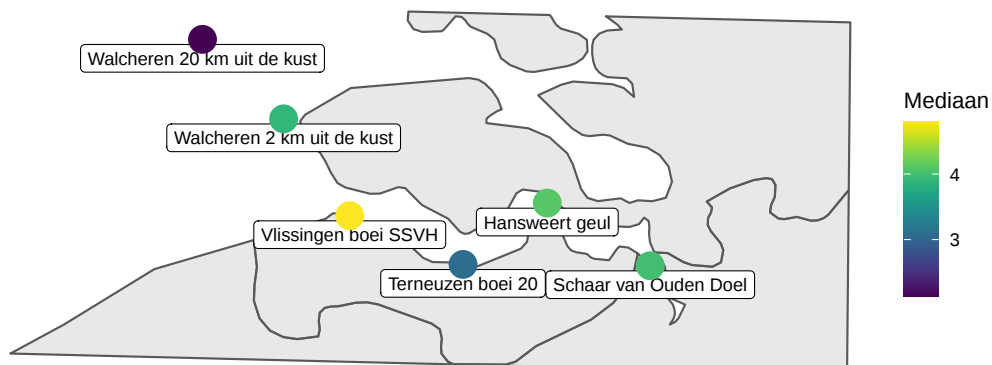
Feofytine-a wordt gelijk met chlorofyl-a gemeten. Het is een afbraakproduct van chlorofyl-a, en wordt daarom gezien als een maat voor detritus (dood organisch materiaal). De gegevensset wordt in Figuur 4.16 weergegeven als jaarmediane waarden, inclusief de 10- en 90-percentiele gemeten waarden. Daarnaast zijn in Tabel 4.5 zijn de Resultaten waarden per station weergegeven.

Voor het station Schaar van Ouden doel zijn slechts enkele waarnemingen in 1996 en 1997 beschikbaar en dat station is daarom niet opgenomen in deze rapportage. De stations zijn gerangschikt in stroomafwaartse richting. In stroomafwaartse richting neemt de hoeveelheid feofytine-a af, zie Figuur 4.18. Ook lijken op Hansweert en Terneuzen de gehalten feofytine-a licht af te nemen in de tijd. Specifiek voor Terneuzen neemt de hoeveelheid feofytine significant af met $0.004 \mu\text{g/L}$ per jaar. Bij Vlissingen is er een significante toename te zien over de hele periode van $0.005 \mu\text{g/L}$ per jaar

4.7 Chemisch en biochemisch zuurstofverbruik

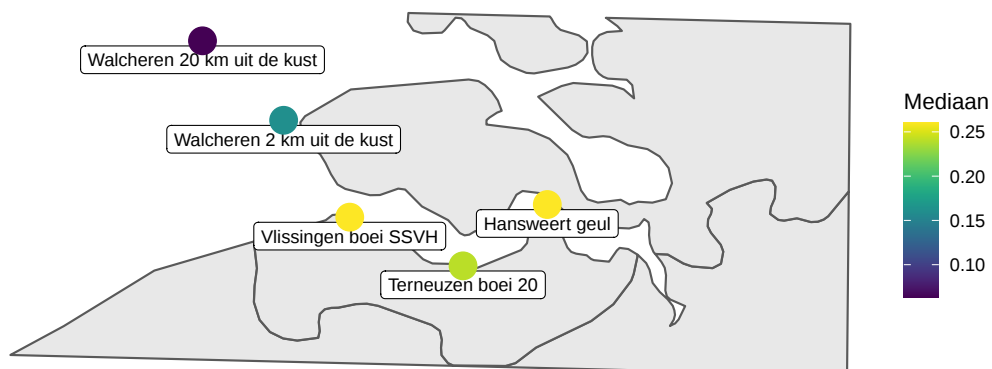
Metingen van het chemisch zuurstofverbruik (CZV) en biochemisch zuurstofverbruik (BZV) zijn voor de meetlocatie Schaar van Ouden Doel beschikbaar met een meetfrequentie van eens per maand. In april 2011 is ook gestart met de maandelijkse bemonstering van de stations Terneuzen en Vlissingen.

Chlorofyl a in ug/l in oppervlaktewater



Figuur 4.17 Mediaan chlorofyl per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1997. Statistiek is uitgevoerd op log-getransformeerde gegevens.

Feofytine a in ug/l in oppervlaktewater



Figuur 4.18 Medaan feofytine per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1997. Statistiek is uitgevoerd op log-getransformeerde gegevens.

Tabel 4.6 Statistiek voor chemisch zuurstofverbruik (mg/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	25	37.0	15	-0.981	0.000
Terneuzen boei 20	19	29.9	14	-0.375	0.107
Vlissingen boei SSVH	21	33.7	14	-0.812	0.028

Tabel 4.7 Statistiek voor biochemisch zuurstofverbruik (mg/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	1.0	2.0	0.500	0.000	0.477
Terneuzen boei 20	1.1	1.6	0.590	0.000	1.000
Vlissingen boei SSVH	1.1	1.7	0.619	0.002	1.000

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 (bewerkt uit [Holst, Kotte, and Vos 2001](#)). 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 waardes 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-waardes bij deze saliniteit is respectievelijk 28 tot 56 mg/l. De gemeten waardes liggen dus, rekening houdend met de seizoensvariërende saliniteit, rond de bepalingsgrens van de CZV-bepaling (tabel 4.6).
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 waardes gemeten van ca. 20 mg/l. De gemeten waarde ligt dus ver beneden de bepalingsgrens.

Omdat het gemeten CZV over het algemeen niet boven de detectielimiet uitkomt (behalve bij Schaar van Ouden Doel in de winter) worden de overige resultaten niet getoond.

4.7.2 Biochemisch zuurstofgebruik

4.7.2.1 Jaarlijkse waarden

De jaarmedianen, minima en maxima van het biochemisch zuurstofverbruik zijn weergegeven in Tabel 4.7. Gemiddeld over de tijd zijn de waardes onder het bepalingsgrensniveau (2 mg/l). Om die reden worden verder geen resultaten getoond.

Tabel 4.8 Statistiek voor doorzicht (dm) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 2000.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	2	3.0	1	0.000	0.035
Hansweert geul	5	8.9	3	0.130	0.000
Terneuzen boei 20	5	10.0	2	0.028	0.732
Vlissingen boei SSVH	5	9.0	3	0.000	0.367

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.

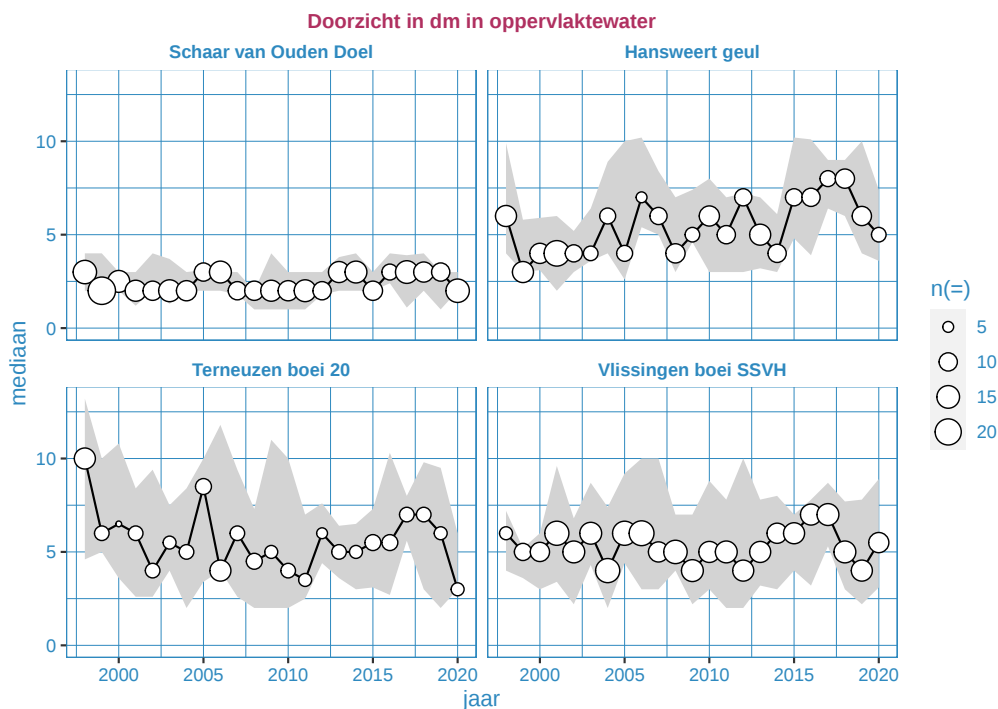
Het doorzicht wordt gemeten met een Secchi-schijf. Deze visuele waarnemingen zijn enigszins subjectief, maar als onder juiste voorwaarden wordt gemeten blijft de subjectiviteit beperkt. Voor doorzicht heeft een filtering van de meetpunten plaatsgevonden aan de hand van werkdocument RIKZ/ZDE/2007.862.w Spronk (2008). Dit houdt in dat alleen de meetpunten 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 uitdooft 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 niet dezelfde filtering van meetpunten plaatsgevonden als voor het doorzicht. De resultaten van de extinctiecoëfficiënt kunnen worden gevonden in Paragraaf 4.8.2.

4.8.1 Doorzicht

In Figuur 4.19 zijn de jaarmedianen over de periode maart - september in het genoemde tijdvenster van elk jaar weergegeven, samen met de 10- en 90-percentiele gemeten waarden. Van de twee Walcheren stations zijn sinds 2009 geen gegevens meer ontvangen. Daarnaast zijn in Tabel 4.8 zijn de Resultaten waarden per station weergegeven. De stations zijn gerangschikt in stroomafwaartse richting. Het aantal beschikbare gegevens per station en jaar is in de figuur 4.20 aangegeven als de grootte van de symbolen.

Bij het meetpunt Schaar van Ouden Doel is het doorzicht beduidend lager dan bij de andere meetpunten, zie ook Figuur 4.21. Het doorzicht bij Schaar van Ouden Doel toont ook weinig variatie. Dit in tegenstelling tot de andere meetpunten, waar het



Figuur 4.19 Jaarlijkse Resultaten van het doorzicht (dm) in het oppervlaktewater van de Westerschelde.

doorzicht over de beschouwde periode sterker varieert. Alleen bij Hansweert lijkt het doorzicht significant te verbeteren.

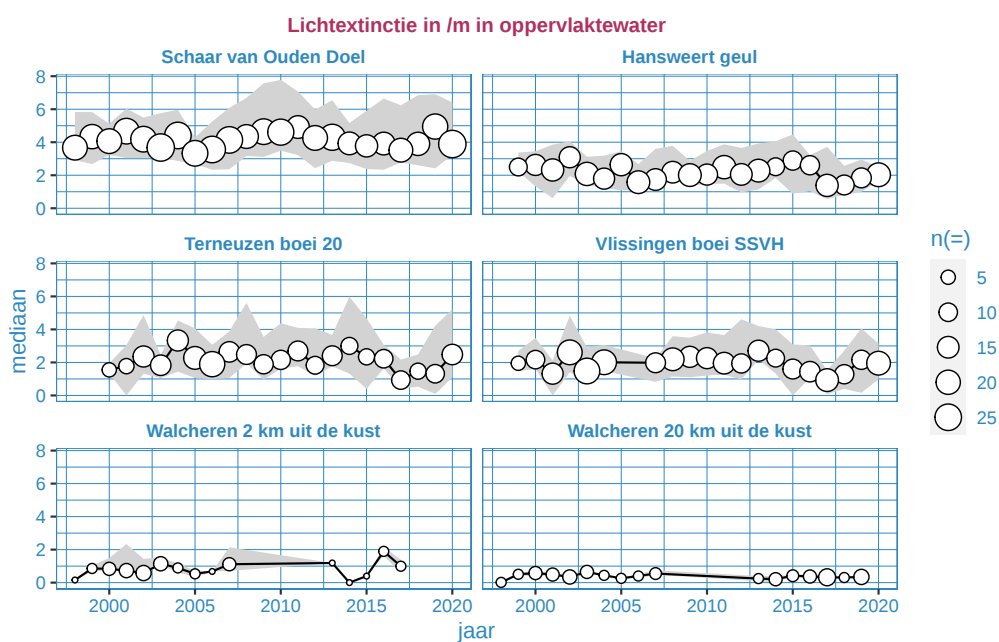
4.8.2 Extinctiecoëfficiënt

In Figuur 4.20 zijn de jaarmedianen over de periode maart - september in het genoemde tijdvenster van elk jaar weergegeven, samen met de 10- en 90-percentiele gemeten waarden. Daarnaast zijn in Tabel 4.9 de Resultaten waarden per station weergegeven. Bij de stations Walcheren 2 en 20 km uit de kust zijn veel minder metingen beschikbaar dan bij de stations in de Westerschelde. Dit is in de figuur 4.20 aangegeven als de grootte van de symbolen.

De extinctiecoëfficiënt neemt toe in stroomopwaartse richting, zie ook Figuur 4.22, 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 is een significante afname van extinctiecoëfficiënt bij Terneuzen (het wordt minder troebel), en in mindere mate bij Walcheren 20.

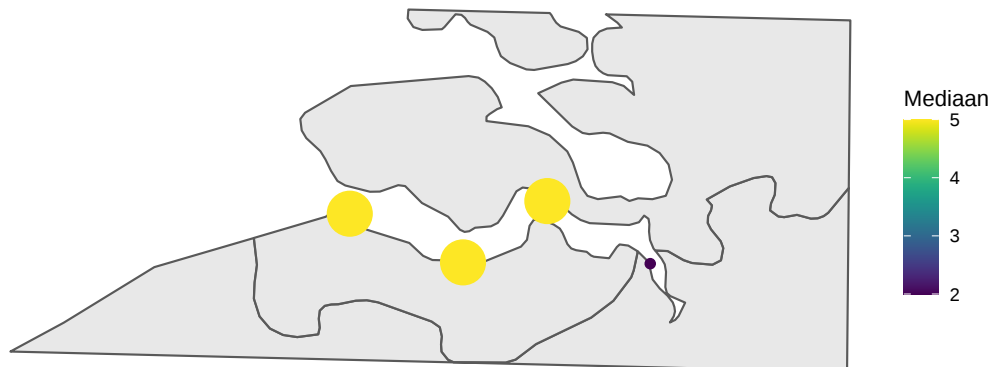
Tabel 4.9 Statistiek voor lichtextinctie (1/m) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	4.100	6.470	2.730	-0.013	0.633
Hansweert geul	2.100	3.680	1.100	-0.003	0.683
Terneuzen boei 20	2.070	4.280	0.980	0.001	0.838
Vlissingen boei SSVH	1.900	3.770	0.807	-0.017	0.045
Walcheren 2 km uit de kust	0.835	2.180	0.470	0.007	0.497
Walcheren 20 km uit de kust	0.411	0.583	0.226	-0.010	0.000



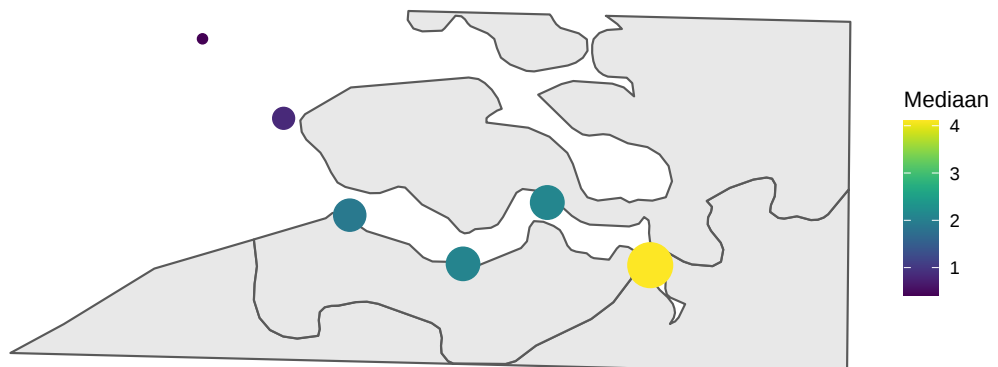
Figuur 4.20 Jaarlijkse Resultaten van de extinctiecoëfficiënt in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

Doorzicht in dm in oppervlaktewater



Figuur 4.21 Mediaan doorzicht per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Lichtextinctie in /m in oppervlaktewater



Figuur 4.22 Mediane extinctiecoëfficiënt per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Tabel 4.10 Statistiek voor zwevend stof (mg/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	63.00	120.0	33.0	1.880	0.000
Hansweert geul	34.30	64.0	15.4	-0.019	0.946
Terneuzen boei 20	46.60	100.0	16.0	-1.030	0.000
Vlissingen boei SSVH	39.00	101.0	13.0	0.676	0.203
Walcheren 2 km uit de kust	25.00	67.8	8.0	0.314	0.014
Walcheren 20 km uit de kust	6.21	14.5	2.9	0.018	0.133

4.9 Zwevende stof

De hoeveelheid zwevende stof is sterk 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 per jaar hoe vaak er is gemeten, zie ook Appendix B.1.

Net als voor chlorofyl-a is voor zwevend stof een logtransformatie toegepast voor het berekenen van de percentielen en het presenteren van de resultaten.

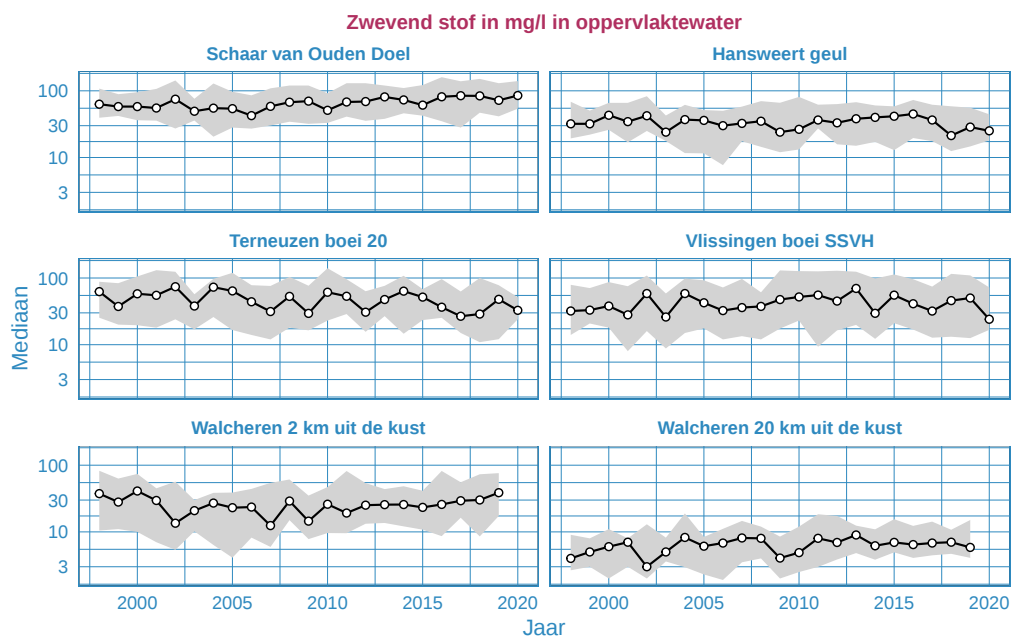
4.9.1 Jaarlijkse waarden

Figuur 4.23 toont de jaarmedianen voor 1996-2018 per station, samen met de 10- en 90-percentiele gemeten waardes per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 4.10 de Resultaten waardes per station weergegeven.

De stations in de Westerschelde laten mediane 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 maximumwaardes lager (Walcheren 20 km uit de kust), zie ook Figuur 4.24. Bij station Schaar van Ouden Doel en Walcheren 2 km uit de kust is over de hele periode een stijging vast te stellen van gemiddeld 1,6 resp 0.3 mg/l per jaar. Bij Terneuzen boei is juist een lichte afname waarneembaar (0.8 mg/l per jaar). Voor de andere stations zijn er geen duidelijke trends in zwevend stof waarneembaar.

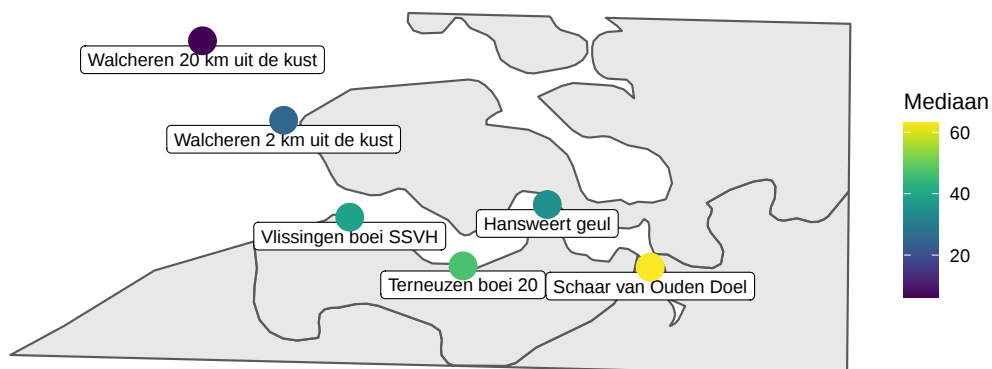
4.9.2 Gemiddelde waardes in de zomer en de winter

Figuur 4.25 toont het seizoensgemiddelde gehalte zwevend stof per station voor de periode 1996-2018. De wintergehalten zijn over het algemeen wat hoger dan de zomergehalten. Het station met de meeste zwevende stof bij Schaar van Ouden Doel vertoont relatief weinig verschil tussen zomer en winter.



Figuur 4.23 Jaarlijkse Resultaten van de hoeveelheid zwevende stof in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

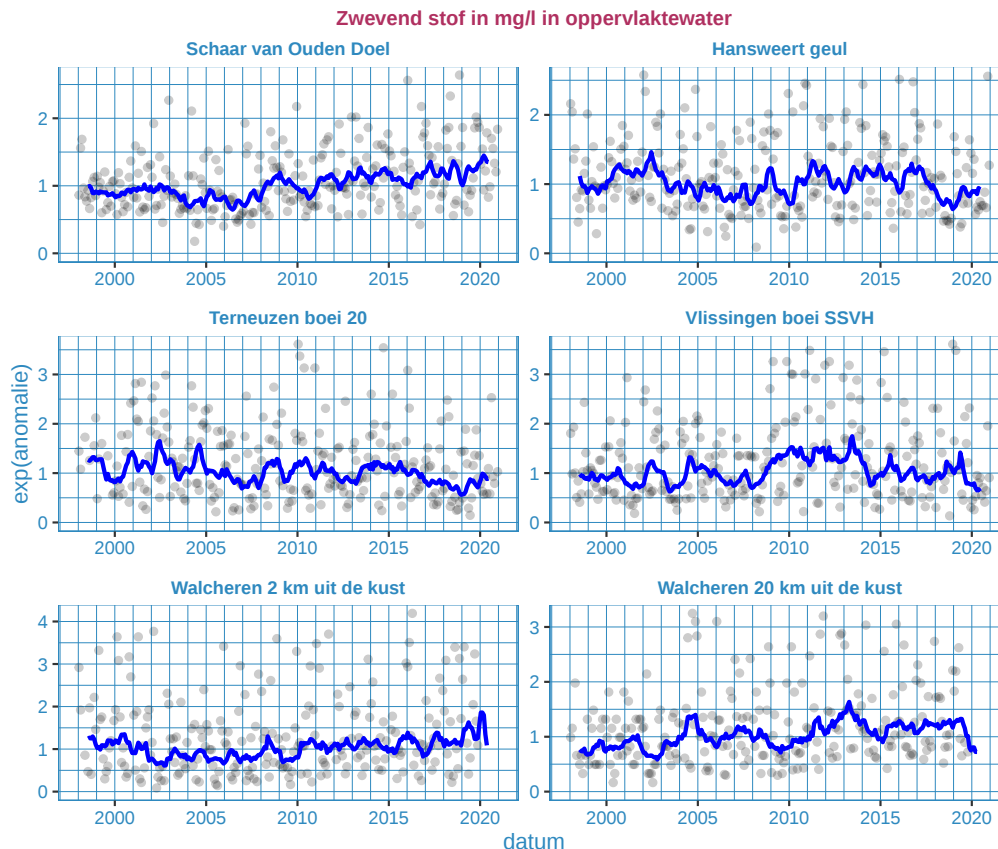
Zwevend stof in mg/l in oppervlaktewater



Figuur 4.24 Mediaan hoeveelheid zwevende stof per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.



Figuur 4.25 Gemiddeld waarden voor de hoeveelheid zwevende stof gedurende de zomer en de winter in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.



Figuur 4.26 Anomalie van gesuspendeerd zwevend stof. De anomalie is berekend als relatieve afwijking (punten) en 13 maanden lopend gemiddelde (lijn) van deze afwijking ten opzichte van het (log-getransformeerde) langjarig gemiddelde.

4.9.3 Afwijking van het langjarig gemiddelde (anomalie)

Zwevend stof, wat grotendeels bestaat uit gesuspendeerd sediment, is erg variabel van jaar tot jaar. De variatie wordt bepaald door verschillende processen, maar er is geen verwachting dat deze op lange termijn af- of toeneemt. Hierom is geen trend berekend voor het verloop van de concentratie zwevend stof. Voor een beter begrip van de achterliggende factoren kan het wel handig zijn om de variatie van zwevend stof uit te drukken als relatieve afwijking van het langjarig gemiddelde ter plaatse. Doordat de anomalieën per locatie genormaliseerd zijn zijn ze goed vergelijkbaar tussen locatie, en kunnen deze mogelijk gerelateerd worden aan onderliggende processen die in het hele estuarium spelen.

In figuur 4.26 is dit weergegeven. Bij Schaar van Ouden Doel is een geleidelijke relatieve toename te zien, met de hoogste concentraties vanaf 2016. Bij Hansweert Geul, Terneuzen boei 20, en Vlissingen boei SSVH is deze trend niet waarneembaar, maar zijn relatief hoge waarden rond 2003. Bij Vlissingen en Walcheren 20 km uit de kust zijn hoge waarden te zien rond 2005 en 2012.

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-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, $o-PO_4^{3-}$)
 - 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 nutriënten in dit rapport te presenteren als jaarmediane (in plaats van tijdseries). De reden hiervoor is dat deze methode de lezer meer inzicht geeft in de temporele trends.

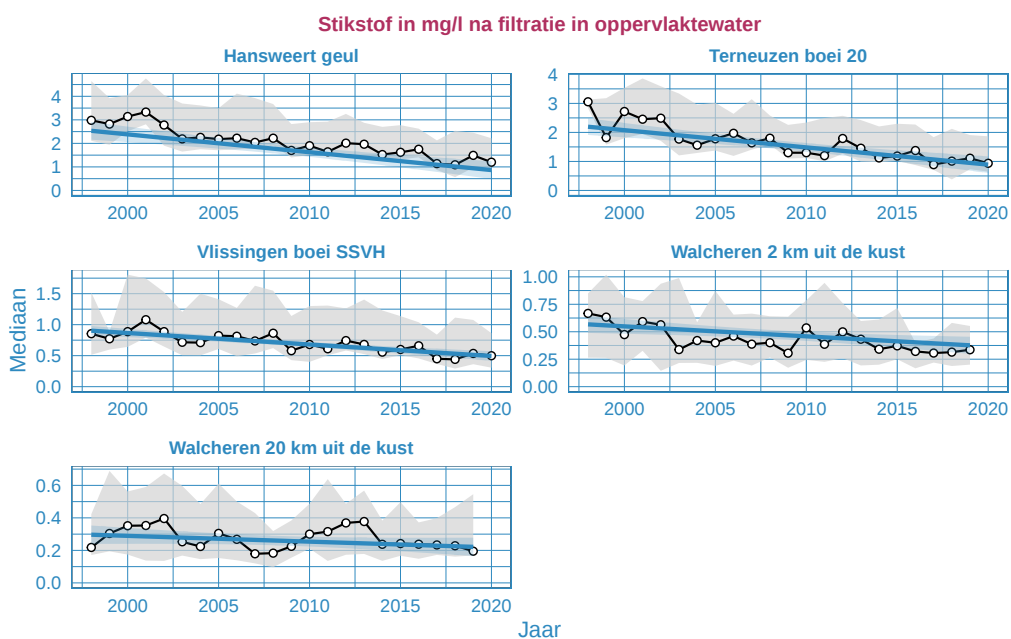
4.10.1 Totaal opgelost stikstof

Opgelost stikstof (DN) is de som van alle vormen van anorganisch stikstof (ammonium, nitriet, nitraat) en opgelost organisch stikstof. Figuur 4.27 toont de jaarmedianen per station, samen met de 10- en 90-percentiele gemeten waardes per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 4.11 de Resultaten waardes per station weergegeven. In Schaar van Ouden Doel is het opgelost stikstofgehalte niet bepaald. De stations zijn gerangschikt in stroomafwaartse richting.

Deze resultaten laten zien dat de opgelost stikstofgehalten sterk afnemen in stroomafwaartse richting, zie Figuur 4.28. 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 lijkt de laatste jaren wel wat af te vlakken.

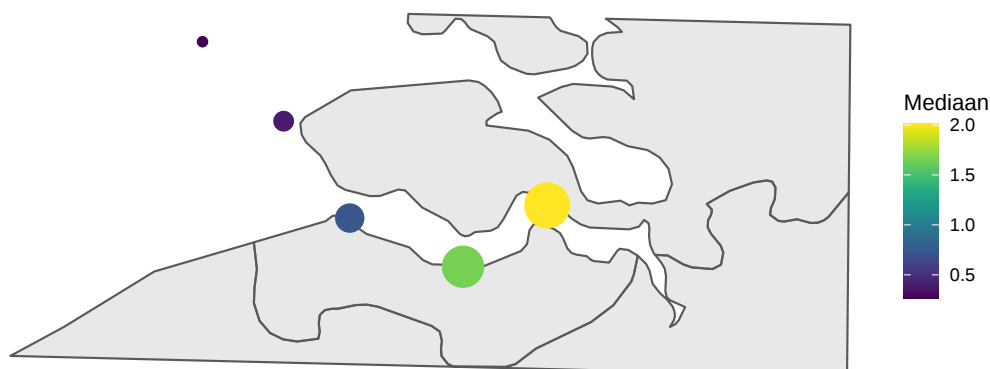
Tabel 4.11 Statistiek voor het opgelost stikstofgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Hansweert geul	2.010	3.450	1.210	-0.071	0.000
Terneuzen boei 20	1.650	2.820	0.944	-0.059	0.000
Vlissingen boei SSVH	0.733	1.400	0.440	-0.020	0.000
Walcheren 2 km uit de kust	0.391	0.767	0.192	-0.008	0.000
Walcheren 20 km uit de kust	0.265	0.550	0.140	-0.004	0.121



Figuur 4.27 Resultaten voor het stikstofgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

Stikstof in mg/l na filtratie in oppervlaktewater



Figuur 4.28 Mediaan stikstofgehalte na filtratie per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

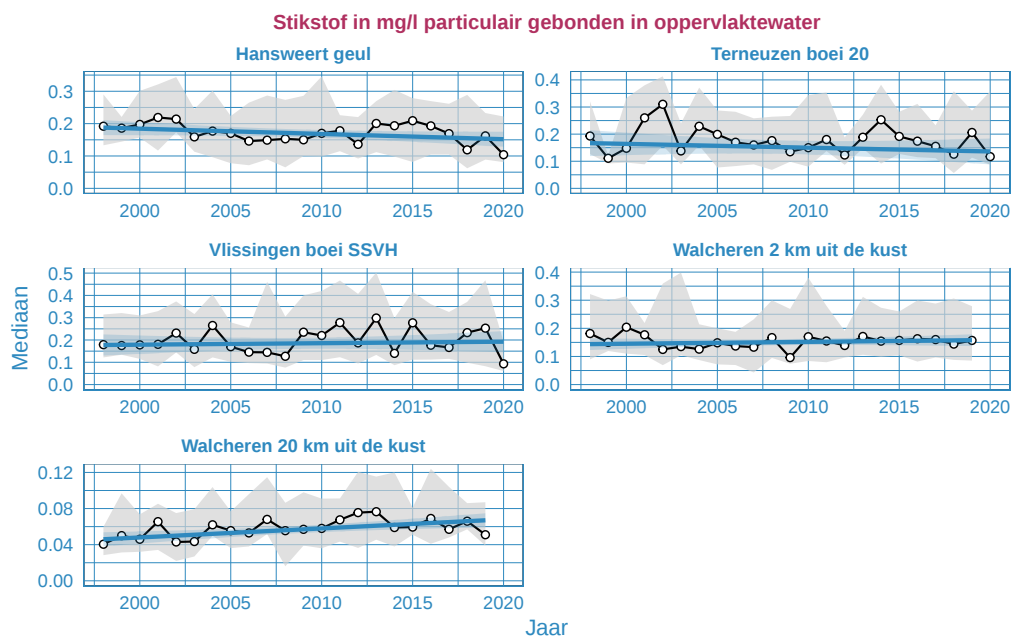
Tabel 4.12 Statistiek voor het particulier stikstofgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Hansweert geul	0.174	0.298	0.094	-0.001	0.119
Terneuzen boei 20	0.175	0.347	0.086	-0.002	0.147
Vlissingen boei SSVH	0.192	0.389	0.093	0.002	0.147
Walcheren 2 km uit de kust	0.147	0.301	0.080	0.001	0.042
Walcheren 20 km uit de kust	0.061	0.102	0.034	0.001	0.002

4.10.2 Particulair gebonden stikstof

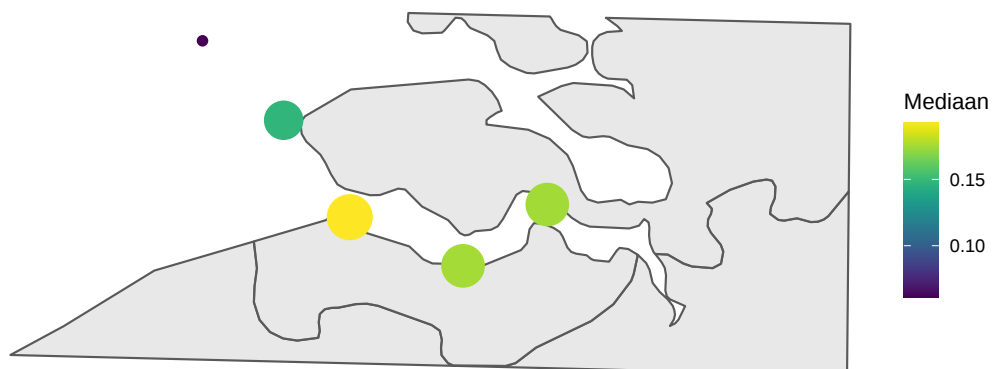
Figuur 4.29 toont de jaarmedianen per station, samen met de 10- en 90-percentiele gemeten waardes per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 4.12 de Resultaten waardes per station weergegeven. In Schaar van Ouden Doel is het particulier gebonden stikstofgehalte niet bepaald. De stations zijn gerangschikt in stroomafwaartse richting.

De concentraties particulier stikstof tonen een totaal ander verloop dan opgelost stikstof. Er zijn geen duidelijke longitudinale of temporele gradiënten waarneembaar, zie Figuur 4.30. 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.



Figuur 4.29 Resultaten voor het particulier stikstofgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

Stikstof in mg/l particulier gebonden in oppervlaktewater



Figuur 4.30 Mediane hoeveelheid particulier stikstofgehalte na filtratie per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Tabel 4.13 Resultaten voor het ammoniumgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	0.200	0.523	0.041	-0.005	0.452
Hansweert geul	0.040	0.085	0.012	0.001	0.000
Terneuzen boei 20	0.053	0.116	0.020	0.000	0.191
Vlissingen boei SSVH	0.044	0.082	0.013	0.000	0.005
Walcheren 2 km uit de kust	0.033	0.082	0.004	0.001	0.022
Walcheren 20 km uit de kust	0.015	0.040	0.002	0.000	0.035

4.10.3 Ammonium

Figuur 4.31 toont de jaarlijkse mediane ammoniumconcentratie per station, samen met de 10- en 90-percentiele gemeten waardes per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 4.13 de Resultaten waardes per station weergegeven. De stations zijn gerangschikt in stroomafwaartse richting.

In benedenstroomse richting nemen de concentraties van ammonium sterk af, zie Figuur 4.33. 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. Oudere metingen bij Schaar van Ouden Doel zijn gekenmerkt door relatief korte hoge pieken, waardoor de mediaan dicht bij het 10-percentiel komt te liggen. Hier moet overwogen worden om niet de mediaan, maar bijv het gemiddelde te gebruiken voor een meer consistent beeld.

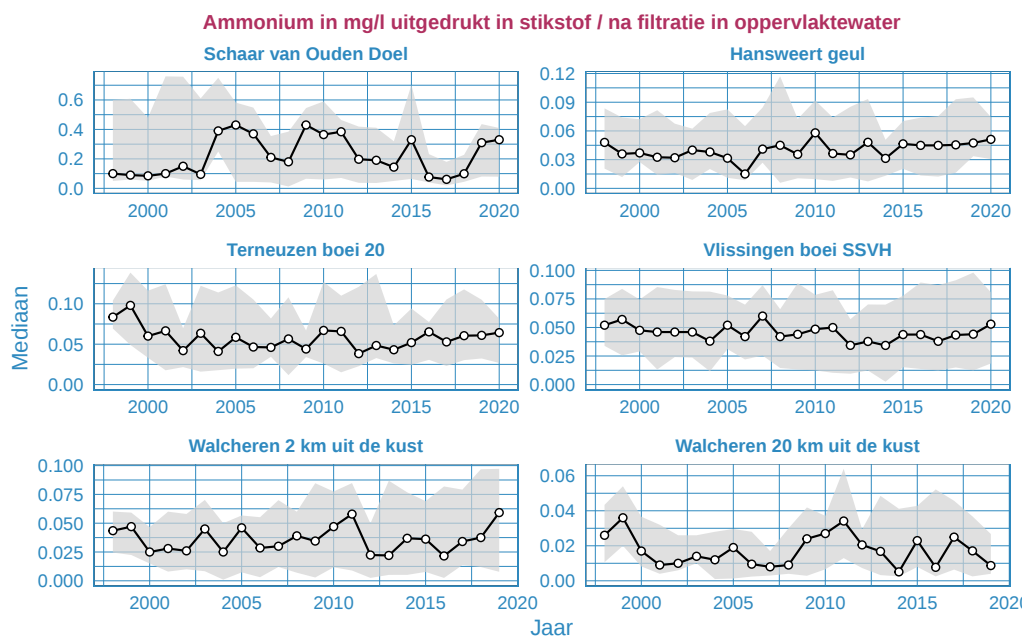
Als gekeken wordt naar het verloop van de concentraties in de tijd voor de afzonderlijke maanden is er een duidelijk patroon dat ammoniumconcentraties bij Schaar van Ouden Doel in de winter en vroege voorjaar (januari - april) sterk zijn afgenomen (figuur 4.32). Echter, het patroon in de overige maanden is minder duidelijk en zeer variabel. Dit verklaart dat er over de jaarlijkse mediaan geen significante trend zichtbaar is

Let op: de y-assen van subfiguren van Figuur 4.31 verschillen.

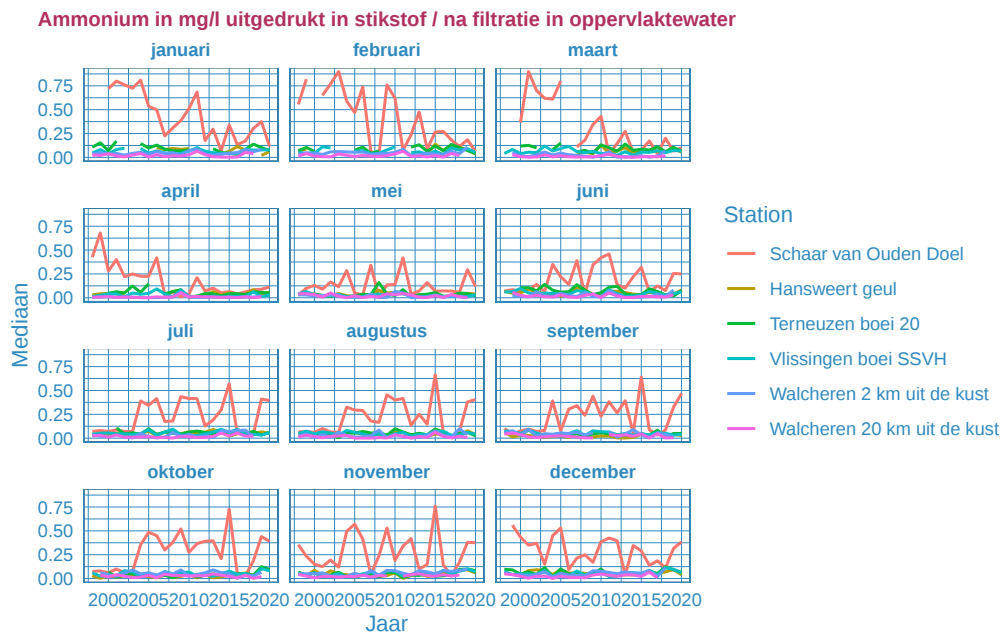
4.10.4 Nitriet

Figuur 4.34 toont de jaarmedianen nitriet per station, samen met de 10- en 90-percentiele gemeten waardes per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 4.14 de Resultaten waardes per station weergegeven.

In benedenstroomse richting nemen de concentraties van nitriet af, zie Figuur 4.35. Op het station Schaar van Ouden Doel en in mindere mate de stations benedenstreams, zijn relatief hoge pieken waarneembaar. Nitriet concentraties zijn laag in vergelijking met nitraat. Bij Schaar van Ouden Doel, Hansweert en Terneuzen daalt de concentratie nitriet significant over de hele period. Deze daling vlakt de laatste jaren af. Sinds 2006 wordt bij Schaar van Ouden Doel en de stations in de monding regelmatig de detectiegrens (0.01 mg/L) bereikt, waardoor de jaarmediane waardes beïnvloed worden. Overall is er in het estuarium een licht dalende trend waarneembaar, die het sterkst is bij Schaar van Oude doel.

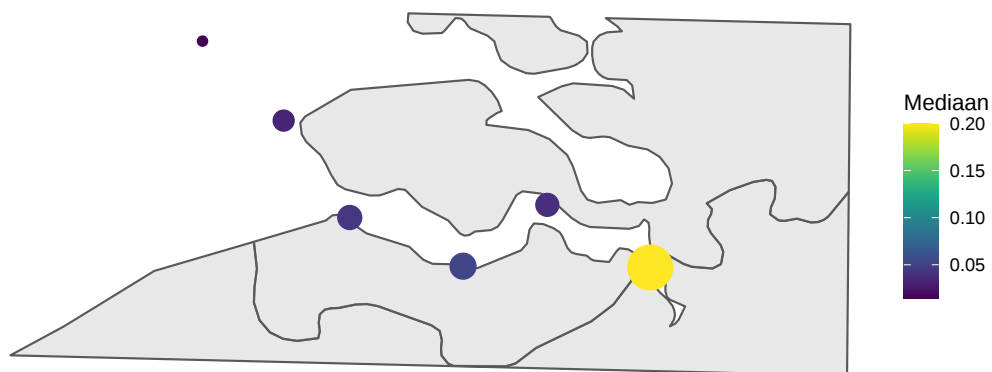


Figuur 4.31 Resultaten voor het ammoniumgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding. De y-as schaal verschilt per subgrafiek.



Figuur 4.32 Het verloop van de maandelijkse mediaanwaarden voor ammonium in de Westerschelde en de monding.

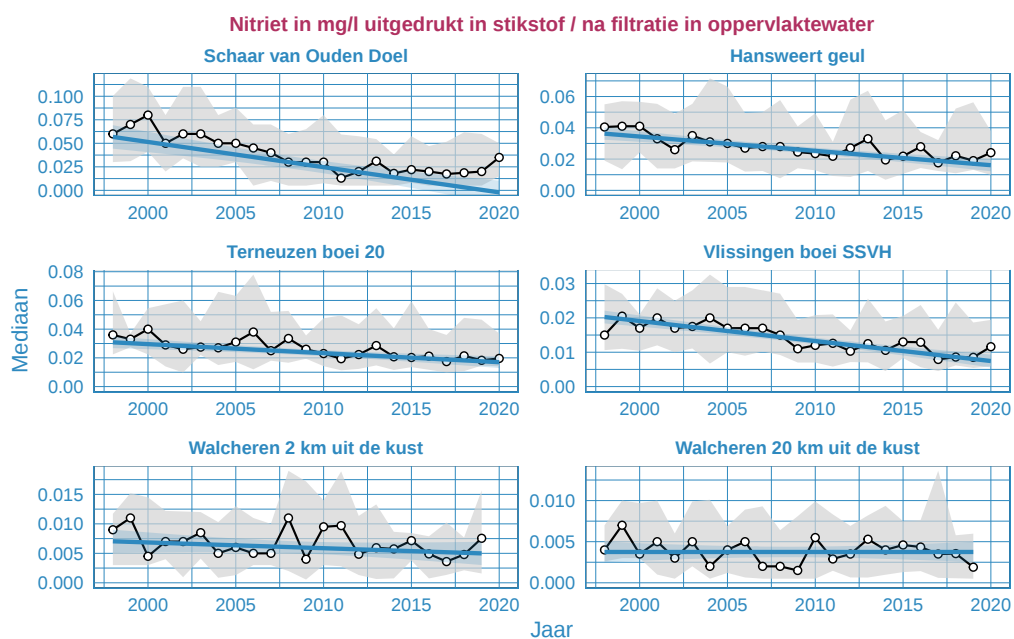
Ammonium in mg/l uitgedrukt in stikstof / na filtratie in oppervlaktewater



Figuur 4.33 Mediaan ammoniumgehalte per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

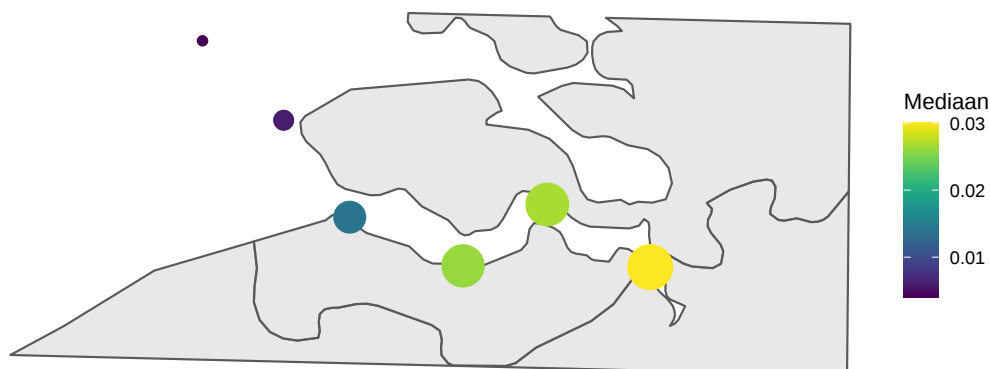
Tabel 4.14 Resultaten voor het nitrietgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	0.030	0.080	0.005	-0.002	0.000
Hansweert geul	0.027	0.057	0.011	-0.001	0.000
Terneuzen boei 20	0.026	0.056	0.013	-0.001	0.000
Vlissingen boei SSVH	0.014	0.027	0.007	-0.001	0.000
Walcheren 2 km uit de kust	0.006	0.013	0.001	0.000	0.368
Walcheren 20 km uit de kust	0.004	0.010	0.000	0.000	0.728



Figuur 4.34 Resultaten voor het nitrietgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

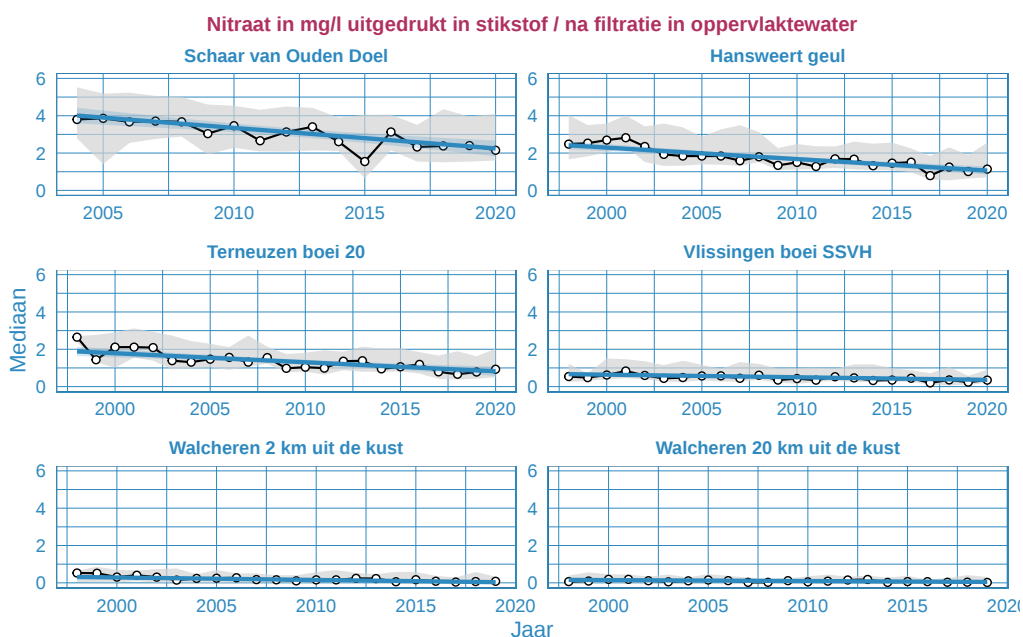
Nitriet in mg/l uitgedrukt in stikstof / na filtratie in oppervlaktewater



Figuur 4.35 Mediaan nitrietgehalte per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Tabel 4.15 Resultaten voor het nitraatgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	3.110	4.650	1.700	-0.110	0.000
Hansweert geul	1.700	2.930	0.947	-0.056	0.000
Terneuzen boei 20	1.380	2.360	0.694	-0.048	0.000
Vlissingen boei SSVH	0.473	1.180	0.227	-0.016	0.000
Walcheren 2 km uit de kust	0.162	0.590	0.005	-0.012	0.000
Walcheren 20 km uit de kust	0.080	0.415	0.005	-0.006	0.001



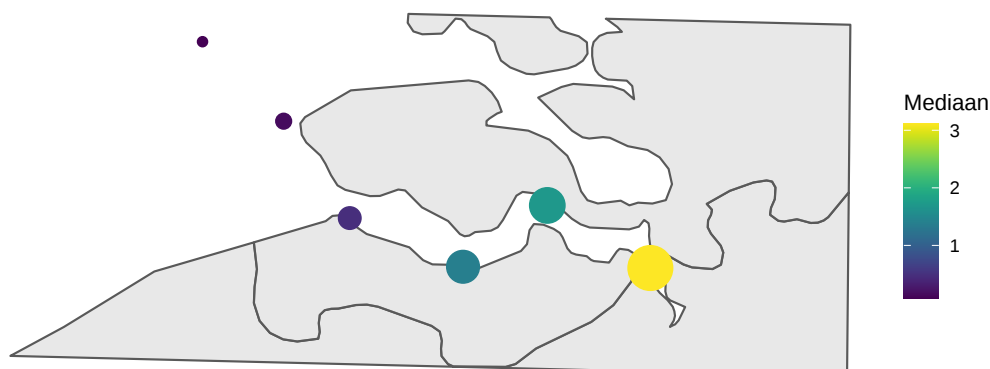
Figuur 4.36 Resultaten voor het nitraatgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

4.10.5 Nitraat

Figuur 4.36 toont de jaarmedianen per station, samen met de 10- en 90-percentiele gemeten waardes per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 4.15 de Resultaten waardes per station weergegeven.

Deze resultaten laten zien dat de nitraatgehaltes sterk afnemen in stroomafwaartse richting, zie ook Figuur 4.37. Daarnaast is een dalende trend waarneembaar vanaf 2000, Deze trend is sterk statistisch significant voor alle stations.

Nitraat in mg/l uitgedrukt in stikstof / na filtratie in oppervlaktewater



Figuur 4.37 Mediaan nitraatgehalte per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

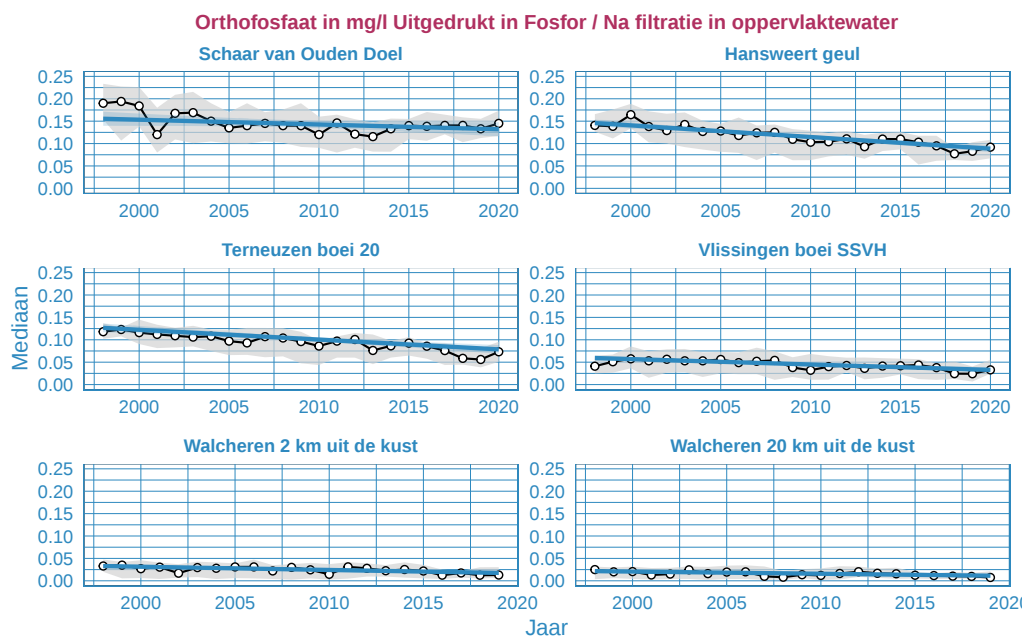
Tabel 4.16 Resultaten voor het orthofosfaatgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	0.140	0.180	0.096	0.000	0.008
Hansweert geul	0.111	0.158	0.068	-0.003	0.000
Terneuzen boei 20	0.093	0.123	0.055	-0.002	0.000
Vlissingen boei SSVH	0.045	0.071	0.016	-0.001	0.000
Walcheren 2 km uit de kust	0.022	0.041	0.005	-0.001	0.001
Walcheren 20 km uit de kust	0.014	0.030	0.003	0.000	0.000

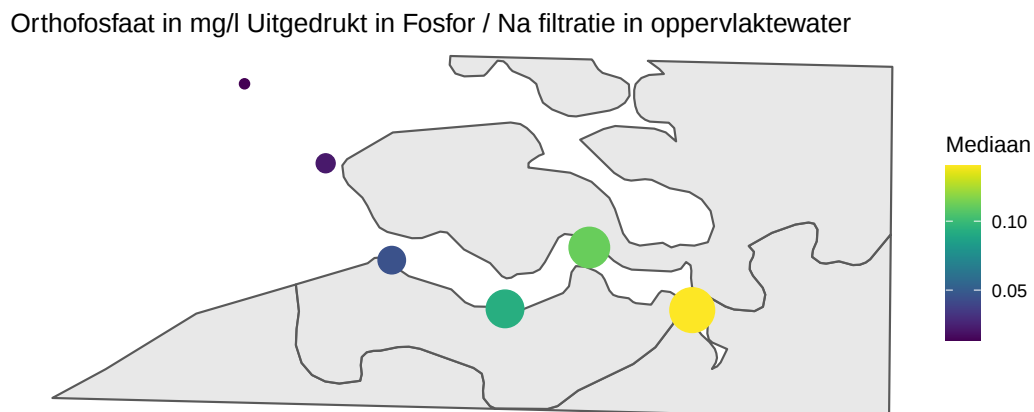
4.10.6 Orthofosfaat

Figuur 4.38 toont de jaarmedianen orthofosfaat per station, samen met de 10- en 90-percentiele gemeten waardes per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 4.16 de Resultaten waardes per station weergegeven. Voor deze variabele is er slechts gegevens vanaf 2009 tot en met 2018.

De orthofosfaatconcentraties na filtratie nemen af in stroomafwaartse richting, zie ook Figuur 4.39. De concentratie daalt licht (0.001 - 0.003 mg/l per jaar) maar significant voor alle stations over de hele periode. Bij Schaar van Ouden Doel lijkt de concentratie zich vanaf ongeveer 2005 te stabiliseren.



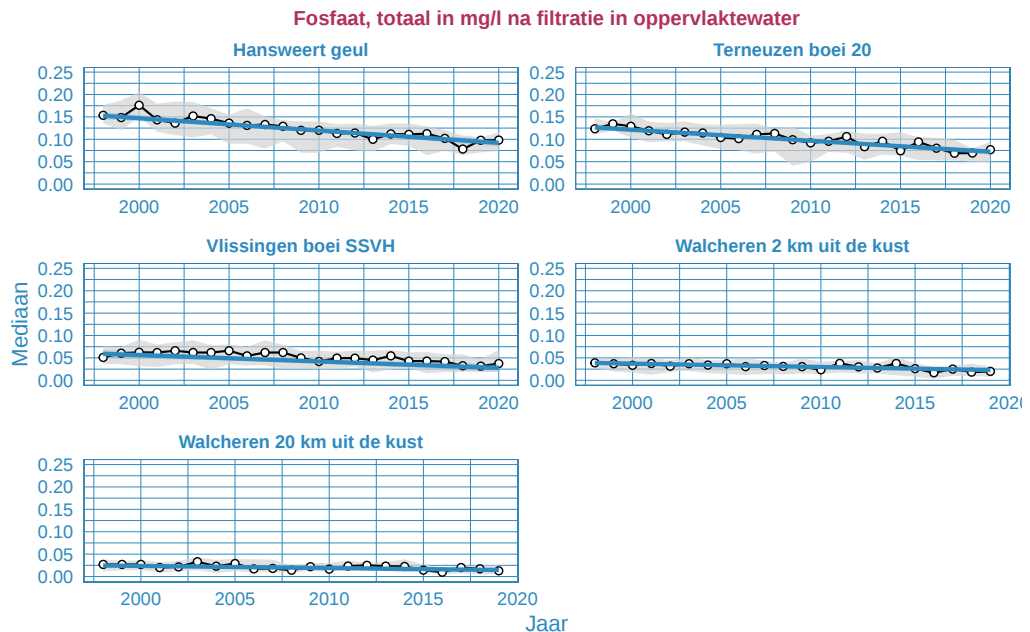
Figuur 4.38 Resultaten voor het orthofosfaatgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.



Figuur 4.39 Mediaan orthofosfaatgehalte per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Tabel 4.17 Resultaten voor het fosfaatgehalte na filtratie in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Hansweert geul	0.120	0.168	0.075	-0.003	0
Terneuzen boei 20	0.100	0.132	0.063	-0.003	0
Vlissingen boei SSVH	0.053	0.078	0.024	-0.002	0
Walcheren 2 km uit de kust	0.029	0.045	0.012	-0.001	0
Walcheren 20 km uit de kust	0.020	0.035	0.009	0.000	0



Figuur 4.40 Resultaten voor het fosfaatgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

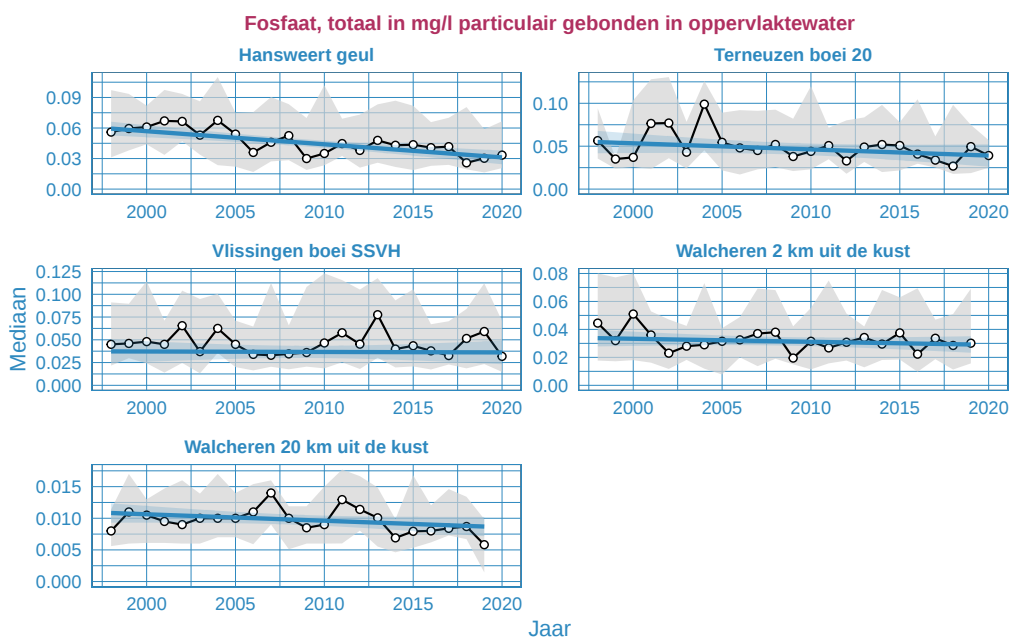
4.10.7 Totaal opgelost fosfaat

Figuur 4.40 toont de jaarmedianen fosfaat na filtratie per station, samen met de 10- en 90-percentiele gemeten waardes per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 4.17 de Resultaten waardes per station weergegeven. Bij Schaar van Ouden Doel wordt het fosfaat na filtratie niet bepaald. De stations zijn gerangschikt in stroomafwaartse richting.

De resultaten lijken sprekend op die van orthofosfaat, vooral op de bovenstroomse stations, zie ook Figuur 4.42. 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. 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 en significante trend voor alle stations tot 0.003 mg/L. De daling is groter bij de stroomopwaarts gelegen stations.

Tabel 4.18 Resultaten voor het particulier gebonden fosfaatgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Hansweert geul	0.047	0.086	0.022	-0.001	0.000
Terneuzen boei 20	0.048	0.105	0.021	-0.001	0.000
Vlissingen boei SSVH	0.045	0.105	0.019	0.000	0.865
Walcheren 2 km uit de kust	0.031	0.065	0.015	0.000	0.433
Walcheren 20 km uit de kust	0.009	0.016	0.006	0.000	0.007



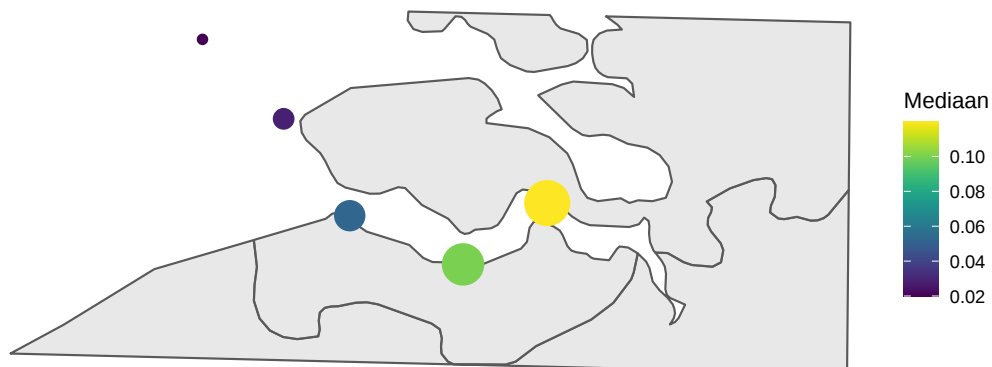
Figuur 4.41 Resultaten voor het particulier gebonden fosfaatgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

4.10.8 Particulier gebonden fosfaat

Figuur 4.41 toont de jaarmedianen particulier gebonden fosfaat per station, samen met de 10- en 90-percentiele gemeten waardes per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 4.18 de Resultaten waardes per station weergegeven. Bij Schaar van Ouden Doel wordt het particulier gebonden fosfaat niet bepaald. De stations zijn gerangschikt in stroomafwaartse richting.

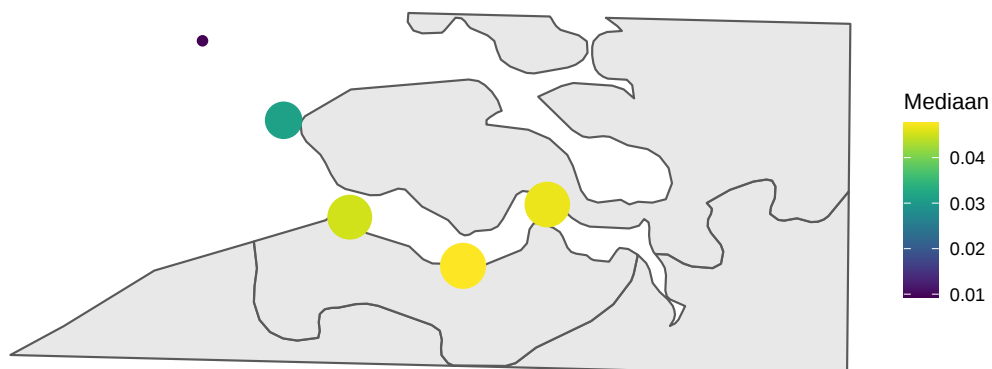
De concentraties particulier gebonden fosfaat tonen geen duidelijke longitudinale of temporele gradiënten, zie Figuur 4.43. Net als voor zwevend stof fluctueert de concentratie sterk, en zijn de gehalten op de meeste stations vergelijkbaar, behalve op Walcheren 20 km uit de kust, waar de gemeten gehalten een stuk lager zijn. Bij Hansweert dalen de gemiddelde concentraties particulier gebonden fosfaat. Bij de andere stations zijn geen duidelijke trends te zien.

Fosfaat, totaal in mg/l na filtratie in oppervlaktewater



Figuur 4.42 Mediaan fosfaatgehalte na filtratie per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

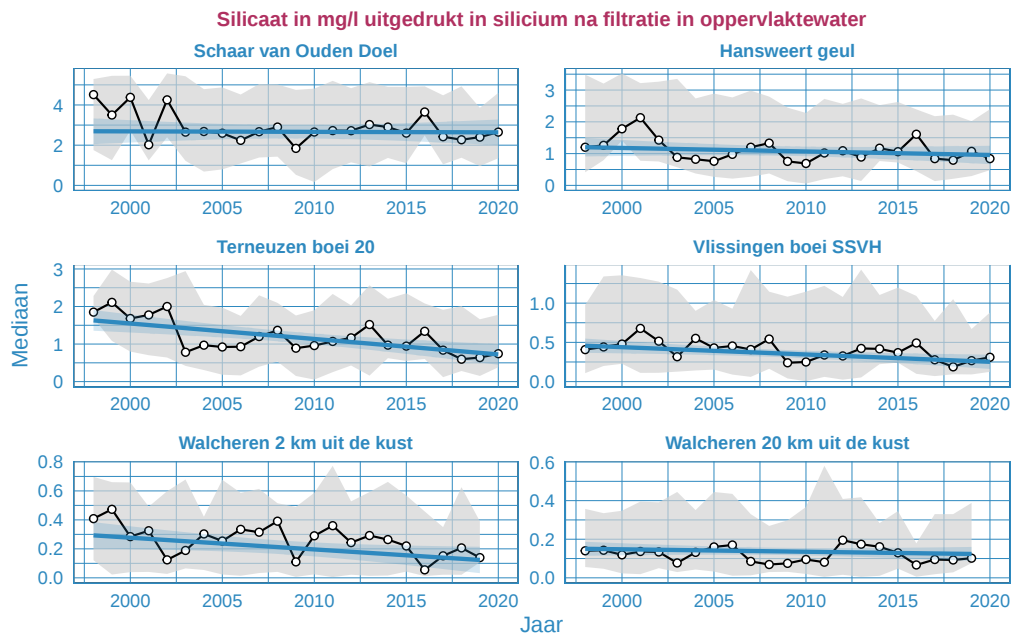
Fosfaat, totaal in mg/l particulier gebonden in oppervlaktewater



Figuur 4.43 Mediaan particulier gebonden fosfaatgehalte per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Tabel 4.19 Resultaten voor het silicaatgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	2.780	4.980	1.060	0.000	0.973
Hansweert geul	1.190	2.840	0.269	-0.004	0.147
Terneuzen boei 20	1.070	2.310	0.206	-0.033	0.001
Vlissingen boei SSVH	0.407	1.170	0.078	-0.011	0.000
Walcheren 2 km uit de kust	0.230	0.617	0.018	-0.007	0.005
Walcheren 20 km uit de kust	0.116	0.393	0.014	-0.001	0.304



Figuur 4.44 Resultaten voor het silicaatgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

4.10.9 Silicaat

Figuur 4.44 toont de jaarmedianen silicaat per station, samen met de 10- en 90-percentiele gemeten waarden per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 4.19 de Resultaten 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 4.45. 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.

Er is een lichte, maar significante afname van silicaat over de hele periode bij stations Terneuzen en Vlissingen. Overigens lijkt de concentratie vanaf ongeveer 2005 op alle stations min of meer stabiel afgezien van de variatie tussen jaren.

Silicaat in mg/l uitgedrukt in silicium na filtratie in oppervlaktewater



Figuur 4.45 Mediaan silicaatgehalte per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Tabel 4.20 Resultaten voor het opgelost koolstofgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	5.00	7.00	3.800	-0.090	0.016
Hansweert geul	2.95	3.90	2.460	-0.033	0.000
Terneuzen boei 20	2.52	3.13	2.070	-0.036	0.000
Vlissingen boei SSVH	1.87	2.32	1.570	-0.011	0.000
Walcheren 2 km uit de kust	1.36	1.70	1.110	0.006	0.009
Walcheren 20 km uit de kust	1.19	1.56	0.904	0.004	0.006

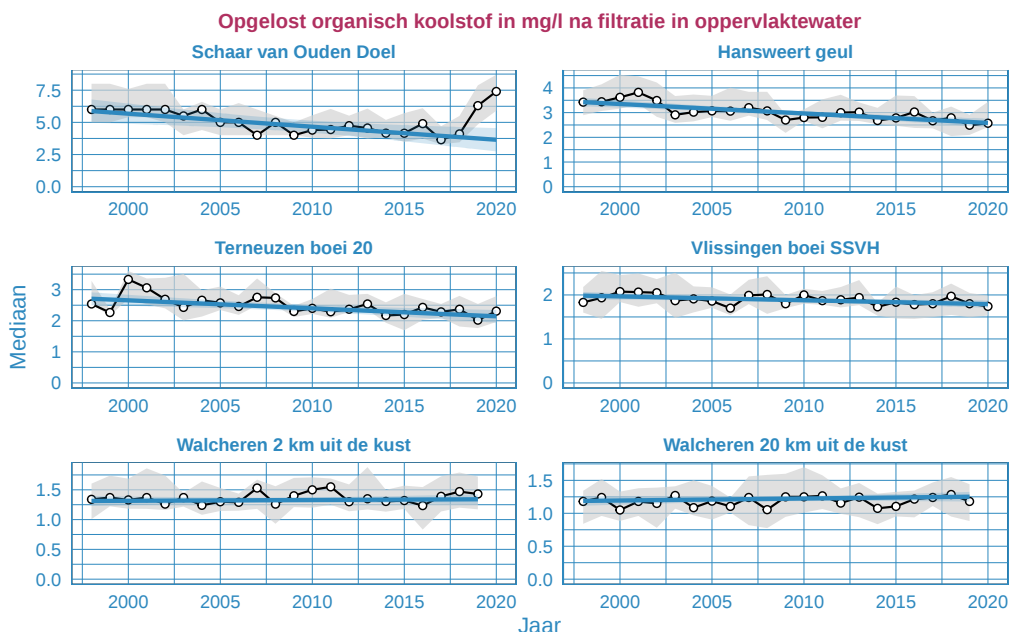
4.11 Organisch koolstof

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.

4.11.1 Opgelost organisch koolstof

Figuur 4.46 toont de jaarmedianen per station, samen met de 10- en 90-percentiele gemeten waardes per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 4.20 de Resultaten waardes per station weergegeven. De stations zijn gerangschikt in stroomafwaartse richting.

De gehalten dalen in stroomafwaartse richting (met toenemende saliniteit), zie ook Figuur 4.46. In het estuarium treedt een dalende trend op. Specifiek stations Schaar van Ouden Doel, Hansweert geul en Terneuzen boei 20 dalen 0.04 tot 0.09 mg/L per jaar (statistische significant). Deze afname wordt mogelijk verklaard door een afname in DOC lozingen. Voor de Walcheren locaties is een lichte stijging zichtbaar sinds 2015 die niet voor de overige stations wordt waargenomen. Bij Schaar van Ouden Doel treedt de laatste twee jaar (2019, 2020) een verhoging op.



Figuur 4.46 Resultaten voor het opgelost koolstofgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

Tabel 4.21 Resultaten voor het particulier koolstofgehalte in mg/L van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

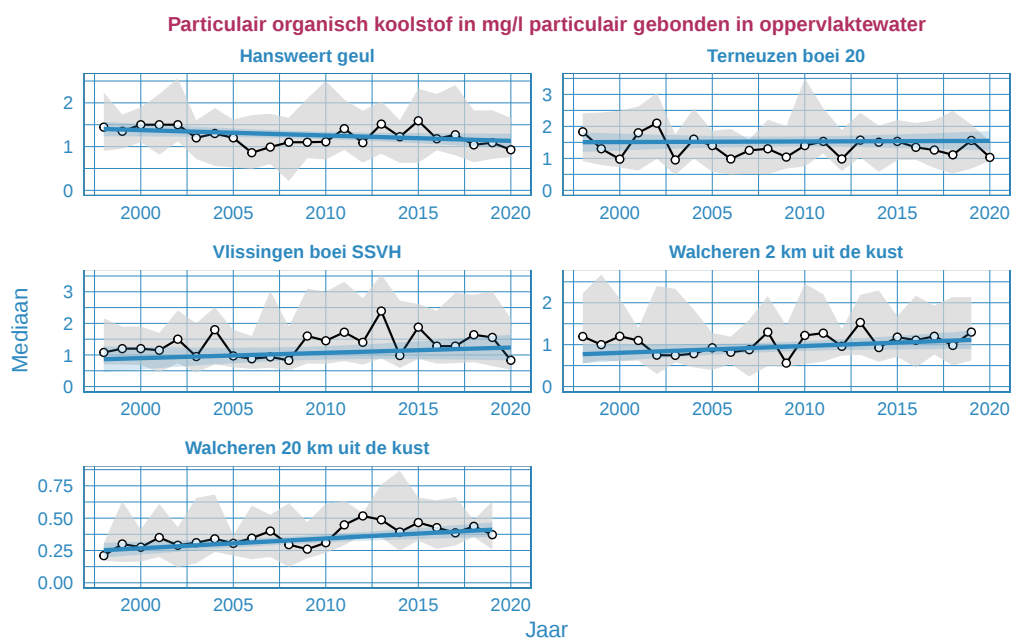
Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Hansweert geul	1.240	2.10	0.670	-0.006	0.257
Terneuzen boei 20	1.340	2.41	0.595	0.009	0.812
Vlissingen boei SSVH	1.200	2.69	0.591	0.020	0.011
Walcheren 2 km uit de kust	0.962	2.13	0.480	0.025	0.000
Walcheren 20 km uit de kust	0.370	0.62	0.200	0.008	0.000

4.11.2 Particulair gebonden organisch koolstof

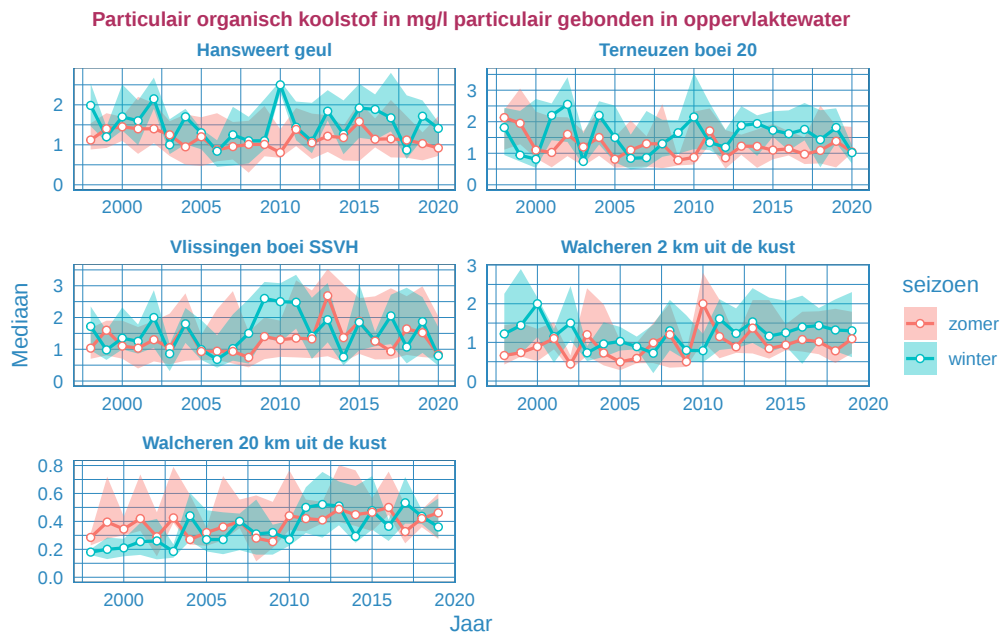
4.11.2.1 Jaarlijkse waarden

Figuur 4.47 toont de jaarmedianen particulier gebonden organisch koolstof per station, samen met de 10- en 90-percentiele gemeten waardes per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 4.21 de Resultaten waardes per station weergegeven. Bij Schaar van Ouden Doel wordt het particulier organisch koolstof niet bepaald. 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. In het estuarium zijn geen duidelijke temporele trends waarneembaar, zie ook Figuur 4.50.

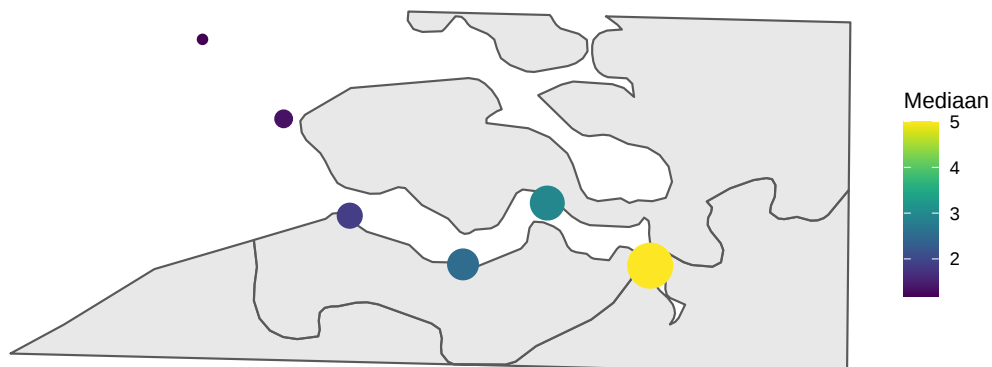


Figuur 4.47 Resultaten voor het opgelost koolstofgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.



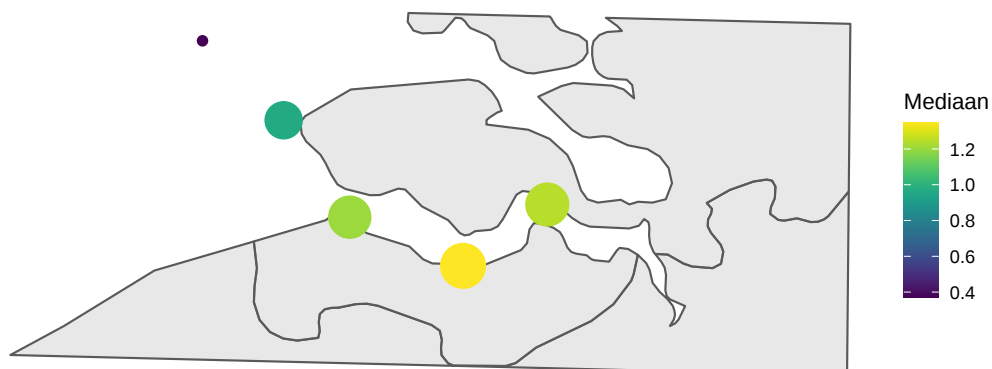
Figuur 4.48 Gemiddeld waarden voor de hoeveelheid particuliere koolstofgehalte gedurende de zomer en de winter in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

Opgelost organisch koolstof in mg/l na filtratie in oppervlaktewater



Figuur 4.49 Mediaan opgeloste koolstofgehalte per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Particulair organisch koolstof in mg/l particulier gebonden in oppervlaktewater



Figuur 4.50 Mediaan particuliere koolstofgehalte per station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

4.11.2.2 jaarmedianen per seizoen

Figuur 4.48 toont het seizoensgemiddelde gehalte particuliere koolstofgehalte per station voor de periode 1996-2018. Vooral stroomopwaarts is te zien dat particulier koolstof in de wintermaanden hoger is dan in de zomermaanden. Het effect van de fytoplanktonbloei valt hier waarschijnlijk weg tegen de achtergrondwaarden. Ook is de variatie per station beperkt.

4.12 C:N:P ratio's

De molaire C:N:P ratio's zijn berekend uit jaarmedianen van particulier organisch koolstof (POC), particulier gebonden stikstof (PN) en particulier gebonden fosfaat (PP). De N/C-ratio en de P/C-ratio zijn uitgedrukt ten opzichte van de zogenaamde Redfield-ratio (C:N:P = 106:16:1) mogelijk te maken. De Redfield ratio representeert de gemiddelde ratio van deze elementen in particulier organisch materiaal in de oceaan. We presenteren hier de genormaliseerde ratio's:

$$\frac{N}{C} = 16 * \frac{PN/14}{POC/12}$$

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

$$\frac{N}{P} = \frac{N/C}{P/C}$$

In dit geval duidt een N/C ratio van <1 een relatief gebrek aan stikstof, enzovoort.

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 gegevens ten opzichte van de Redfield-ratio. Er is geen particulier anorganisch N.

Figuur 4.53, Figuur 4.55 en Figuur 4.51 tonen de jaarwaardes per station. De gemiddelde waardes in de zomer en winter kunnen worden gevonden in Figuur 4.54, Figuur 4.56 en Figuur 4.52. Daarnaast zijn in Tabel ?? de gemiddelde waardes te vinden. De gemiddelde waardes uit Figuur 4.53 en Figuur 4.55 kunnen het best worden vergeleken met Tabel 4.22 en 4.23.

Bij Walcheren 20 km komen de hoogste stikstofratios voor en over het algemeen neemt de N-C-ratio toe naarmate 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 zelfde 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 naarmate 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.

Tabel 4.22 Statistiek voor molaire genormaliseerde N-C-ratio van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Hansweert geul	1.88	2.31	1.49	-0.019	0
Terneuzen boei 20	1.90	2.37	1.48	-0.016	0
Vlissingen boei SSVH	2.08	2.54	1.69	-0.016	0
Walcheren 2 km uit de kust	2.10	2.66	1.66	-0.026	0
Walcheren 20 km uit de kust	2.28	2.88	1.70	-0.046	0

Tabel 4.23 Statistiek voor molaire genormaliseerde P-C-ratio van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Hansweert geul	1.52	2.10	1.060	-0.039	0
Terneuzen boei 20	1.52	2.11	1.040	-0.031	0
Vlissingen boei SSVH	1.44	2.03	0.940	-0.029	0
Walcheren 2 km uit de kust	1.30	1.82	0.684	-0.026	0
Walcheren 20 km uit de kust	1.08	1.81	0.652	-0.050	0

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.

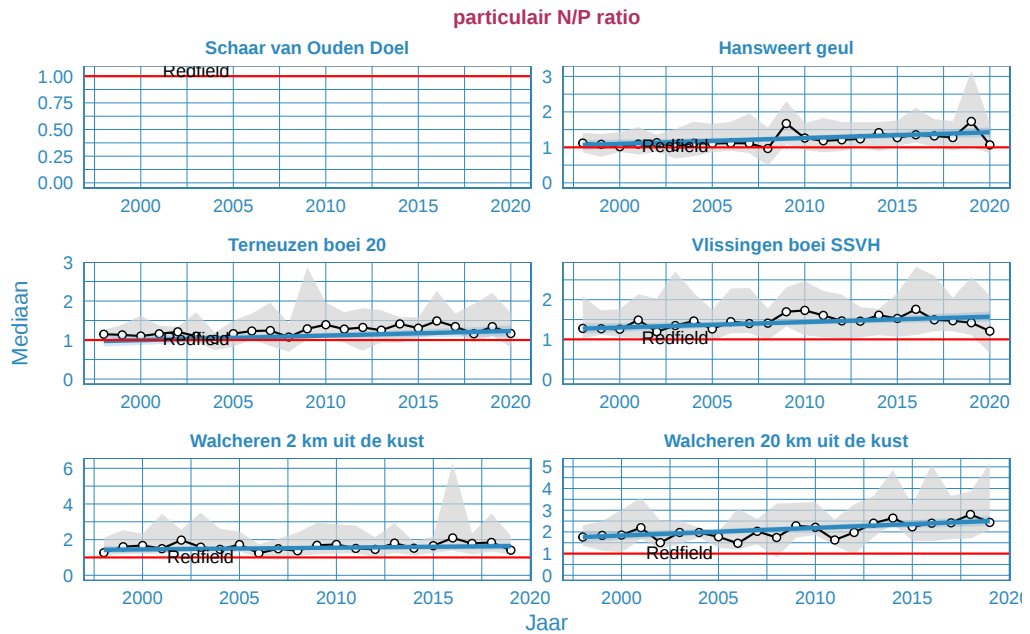
4.13 Metalen

Metalen in het oppervlaktewater worden zowel voor als na filtratie gemeten. Voor de volgende metalen in het oppervlaktewater worden de metingen gepresenteerd:

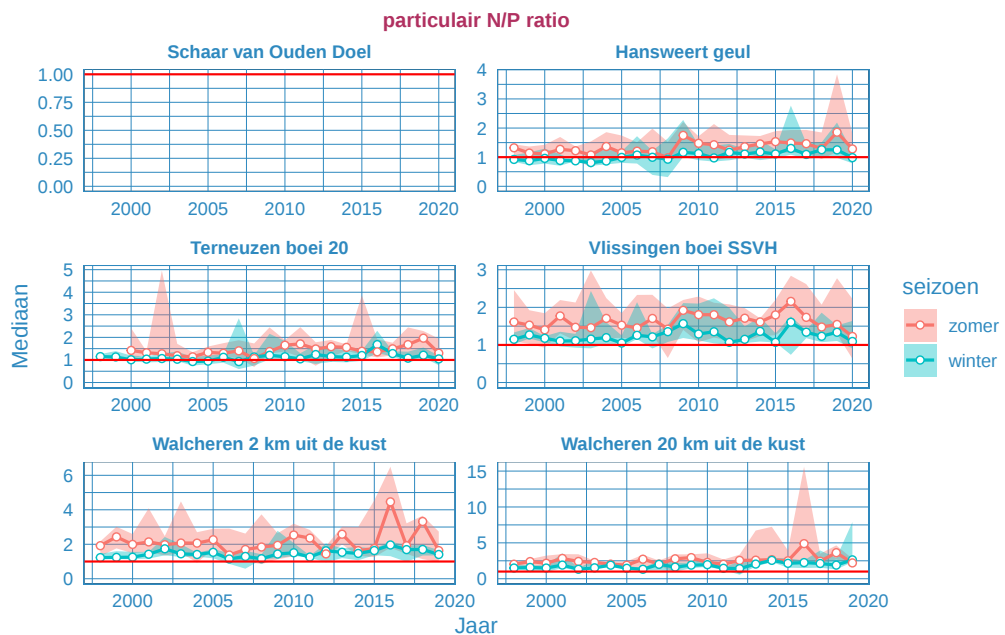
- Boor (B)
- Chroom (Cr)
- Koper (Cu)
- Uranium (U)
- Vanadium (V)
- Zink (Zn)

Tabel 4.24 Statistiek voor molaire genormaliseerde N-P-ratio van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

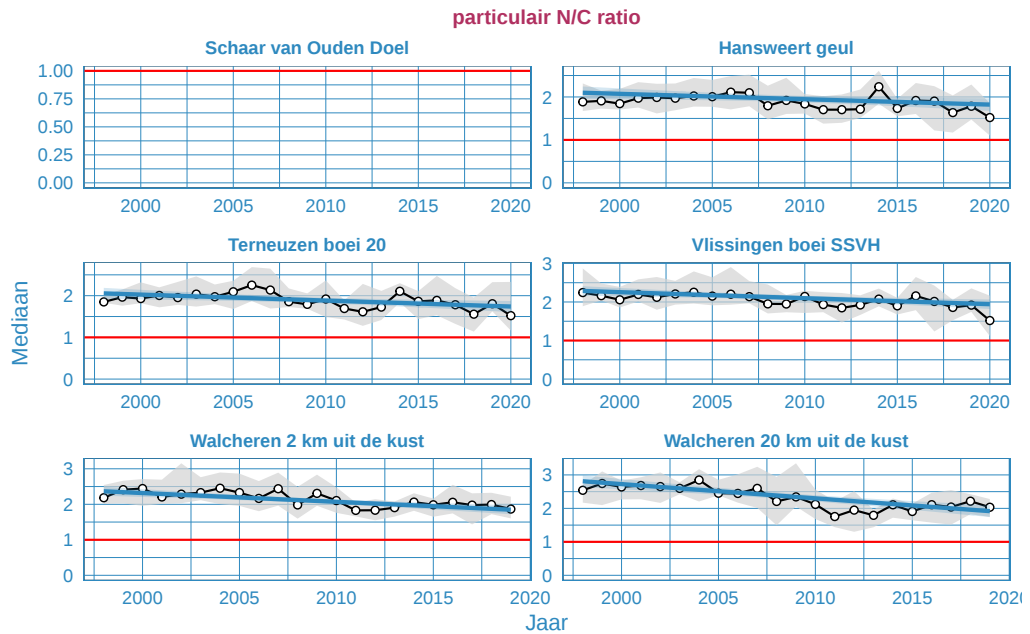
Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Hansweert geul	1.22	1.86	0.869	0.017	0.000
Terneuzen boei 20	1.21	1.88	0.903	0.013	0.000
Vlissingen boei SSVH	1.44	2.24	1.020	0.007	0.003
Walcheren 2 km uit de kust	1.64	2.91	1.110	0.010	0.055
Walcheren 20 km uit de kust	2.12	3.45	1.320	0.043	0.000



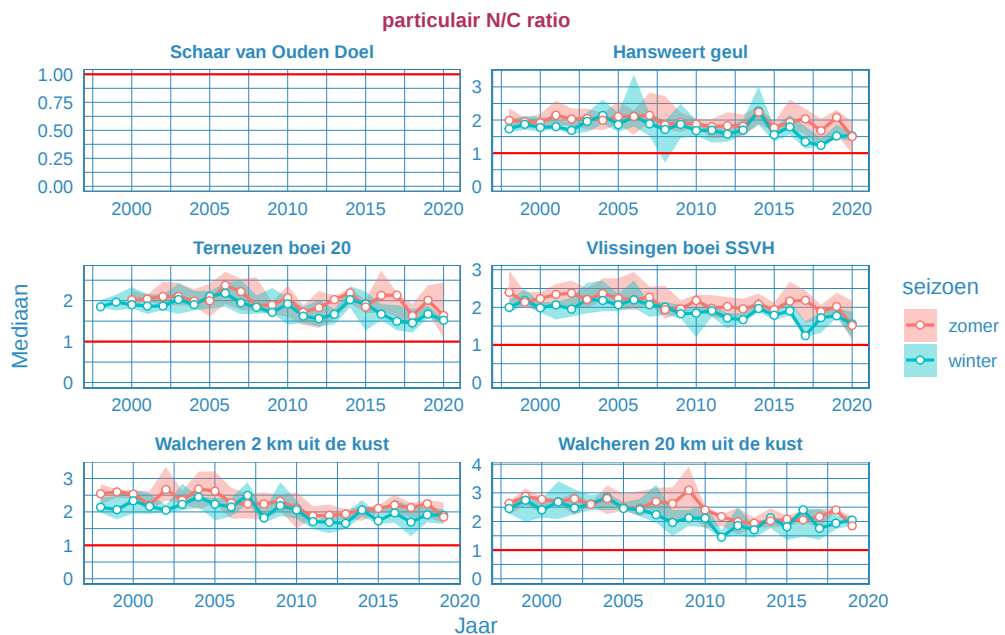
Figuur 4.51 De molaire genormaliseerde N-P-ratio, N uitgedrukt ten opzichte van een gehalte P, gemiddeld over een jaar in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.



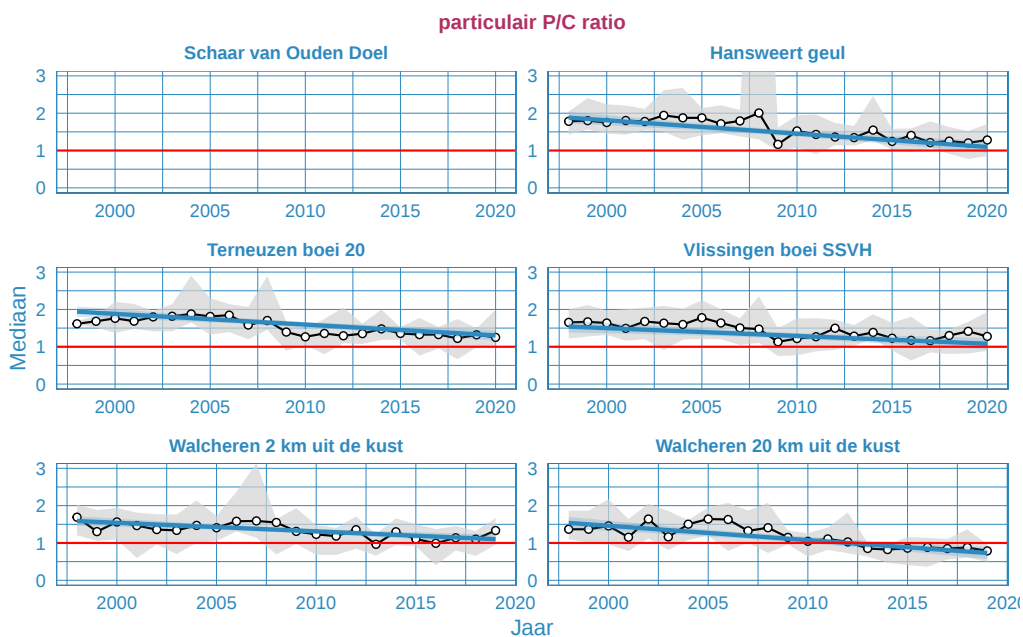
Figuur 4.52 De molaire genormaliseerde N-P-ratio, N uitgedrukt ten opzichte van een gehalte P, gemiddeld over de zomer en winterperiode in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.



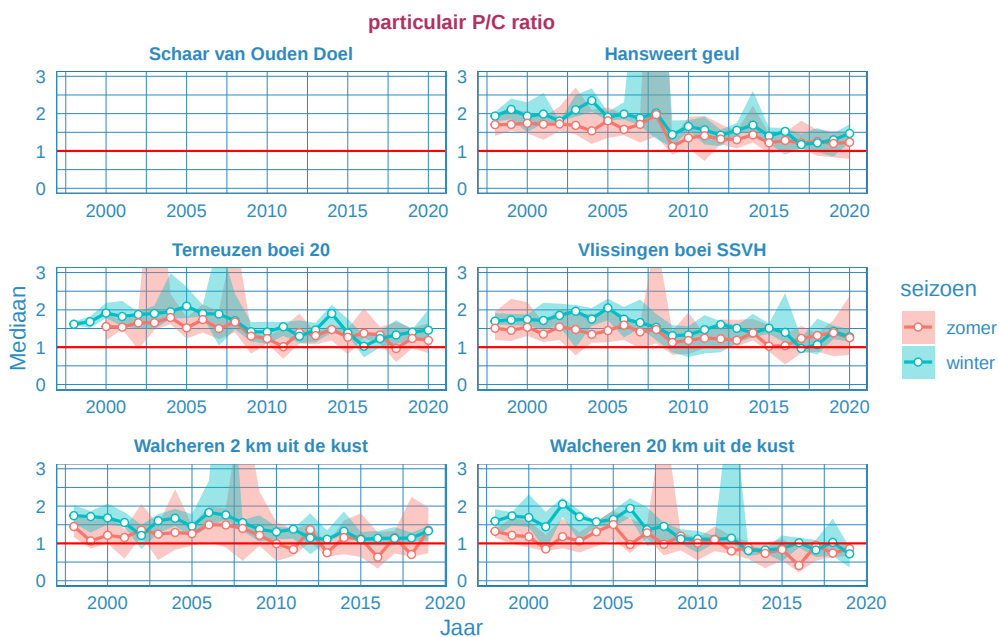
Figuur 4.53 De molaire genormaliseerde N-C-ratio, N uitgedrukt ten opzichte van een gehalte C, gemiddeld over een jaar in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.



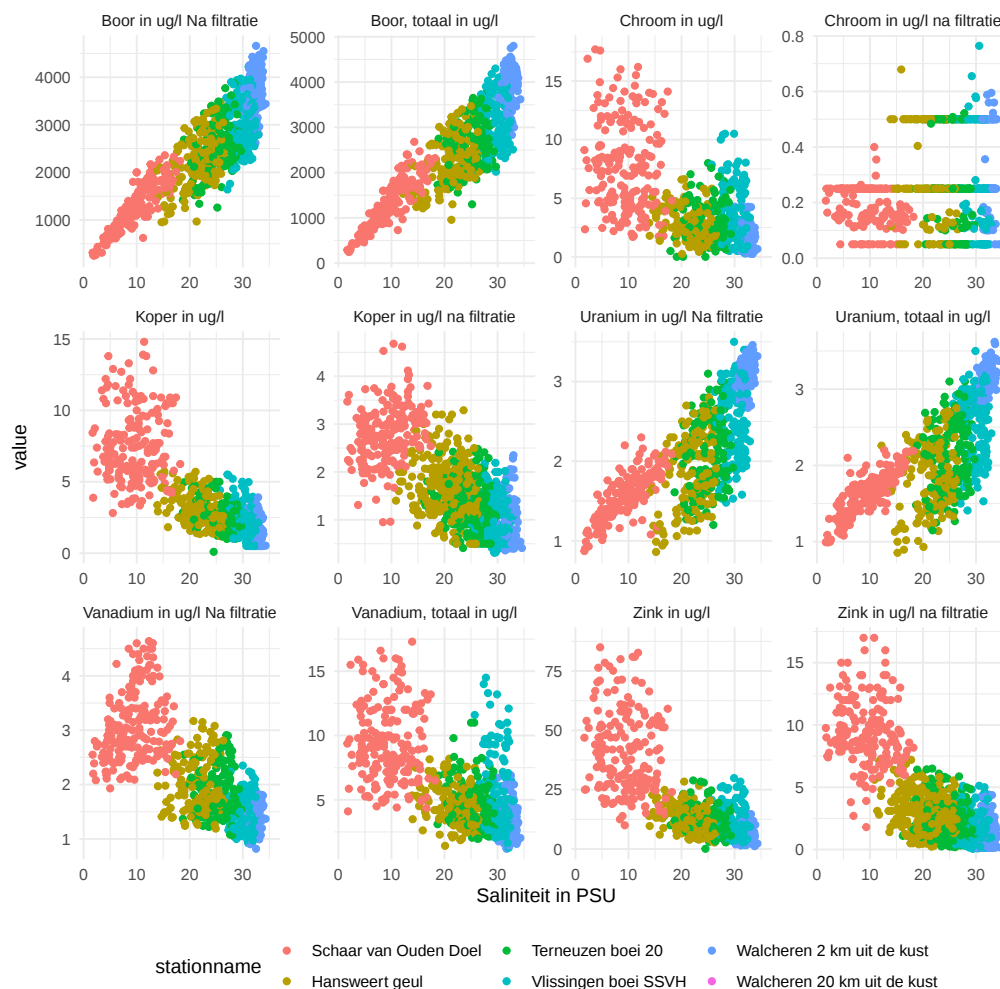
Figuur 4.54 De molaire genormaliseerde N-C-ratio, N uitgedrukt ten opzichte van een gehalte C, gemiddeld over de zomer en winterperiode in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.



Figuur 4.55 De molaire genormaliseerde P-C-ratio, P uitgedrukt ten opzichte van een gehalte C, gemiddeld over een jaar in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.



Figuur 4.56 De molaire genormaliseerde P-C-ratio, P uitgedrukt ten opzichte van een gehalte C, gemiddeld over de zomer en winterperiode in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.



Figuur 4.57 De concentratie van gemeten metalen uitgezet tegen de gemeten Saliniteit op dezelfde dag.

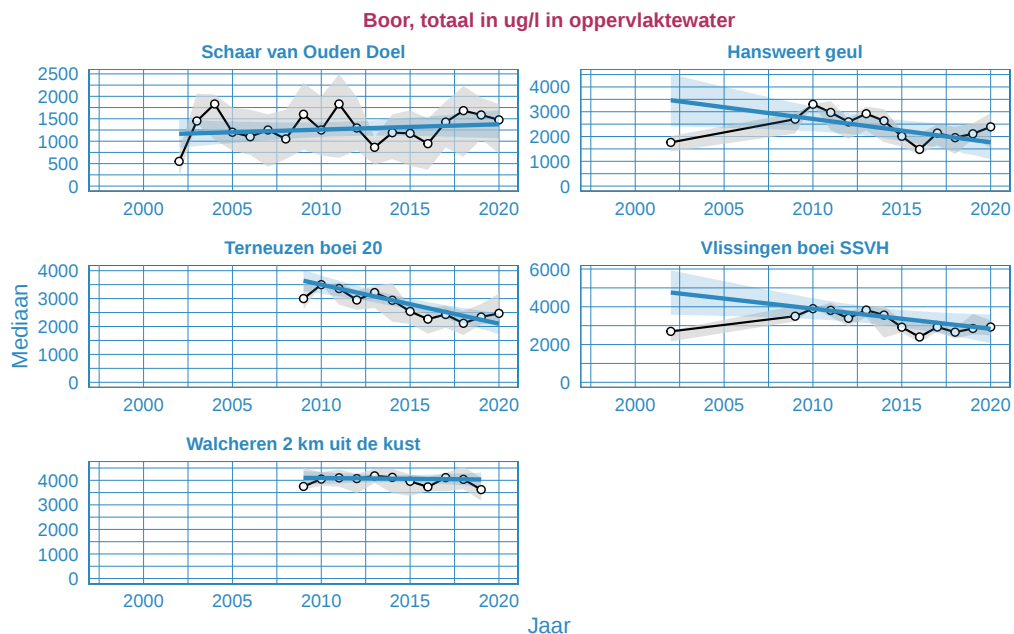
4.13.1 Relatie met Saliniteit

In het Scheldeestuarium wordt het zoete zeewater geleidelijk verdund met zeewater. Stoffen die voornamelijk vanuit het zoete water het estuarium in komen, zullen negatief gecorreleerd zijn met saliniteit. Stoffen die voornamelijk als natuurlijke component in zeewater voorkomen zullen een positieve correlatie vertonen met saliniteit. In figuur 4.57 is deze relatie te zien tussen de verschillende opgeloste en totaal gemeten metalen en de tegelijkertijd gemeten saliniteit voor alle stations bij elkaar. Hieruit kan geconcludeerd worden dat Boor en Uranium als componenten van zeewater het estuarium inkomen. De andere metalen (chroom, koper, vanadium en zink) vertonen een negatieve correlatie met saliniteit en komen dus vanuit het zoete water het estuarium in.

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 gegevens. Voor station Walcheren 20 km uit de kust zijn geen gegevens beschikbaar. Voor sommige stations vielen in 2009 en 2010 de gemeten waardes steeds onder de detectiegrens van de apparatuur. In 2011 lijkt dit probleem verholpen. Dit betekent wel dat de waardes voor 2009 en 2010 voor alle stations behalve Schaar van Ouden Doel

Tabel 4.25 Statistiek voor boor (ug/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	1240	1980	594	11.80	0.241
Hansweert geul	2270	3020	1520	-94.30	0.002
Terneuzen boei 20	2660	3410	1990	-140.00	0.002
Vlissingen boei SSVH	3160	3910	2430	-107.00	0.001
Walcheren 2 km uit de kust	4000	4420	3440	-6.79	0.206



Figuur 4.58 Jaarlijkse Resultaten van het totale boorgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding

voorzichtig moeten worden geïnterpreteerd, omdat de gemiddelden worden beïnvloed door de detectiegrens van de meetapparatuur. Hierna presenteren we steeds jaarmedianen en 10- en 90-percentielen per jaar. Merk op dat voor sommige metalen een verschillende verticale as is gebruikt voor de totale concentraties versus de gehalten na filtratie.

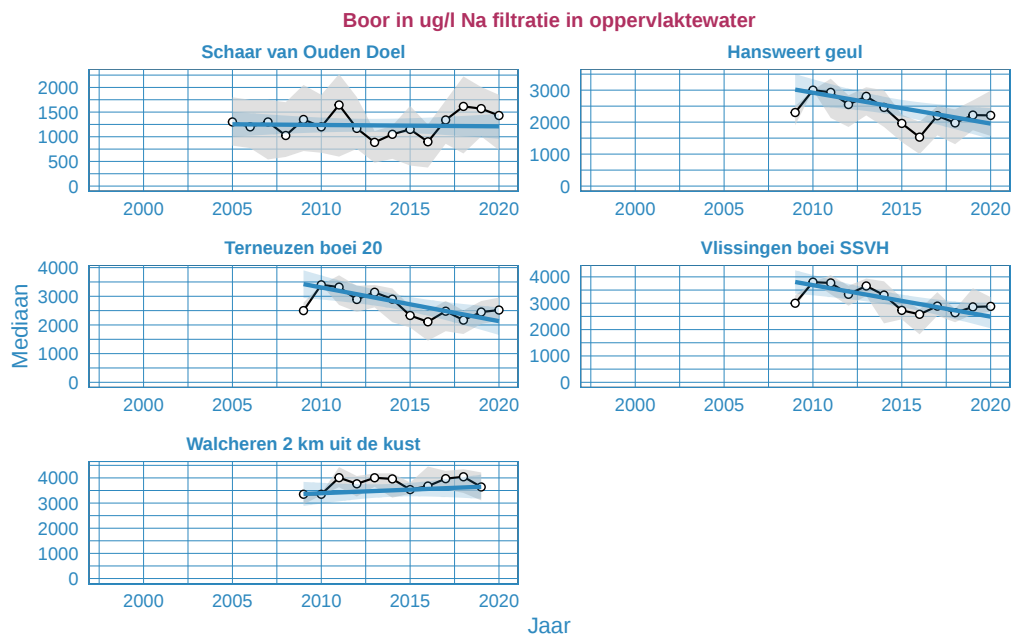
4.13.2 Boor

Figuur 4.58 toont de jaarmedianen boor per station, samen met de 10- en 90-percentiele gemeten waardes per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 4.25 zijn de Resultaten waardes 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 4.60.

Tabel 4.26 Statistiek voor boor na filtratie (ug/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	1200	1900	594	-2.78	0.754
Hansweert geul	2230	2990	1540	-96.70	0.003
Terneuzen boei 20	2540	3330	1900	-118.00	0.005
Vlissingen boei SSVH	3000	3830	2360	-120.00	0.002
Walcheren 2 km uit de kust	3820	4280	3260	28.50	0.067



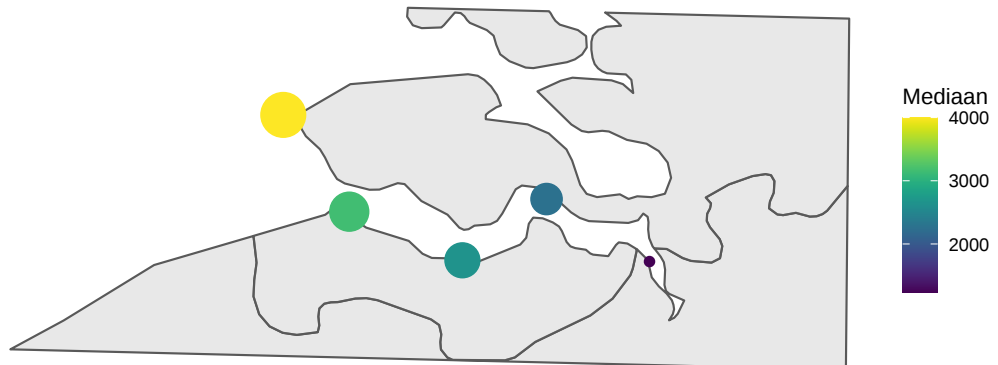
Figuur 4.59 Jaarlijkse Resultaten van het gefilterde boorgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding

4.13.3 Boor na filtratie

Figuur 4.59 toont de jaarmedianen boor na filtratie per station, samen met de 10- en 90-percentiele gemeten waardes per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 4.26 zijn de Resultaten waardes per station weergegeven.

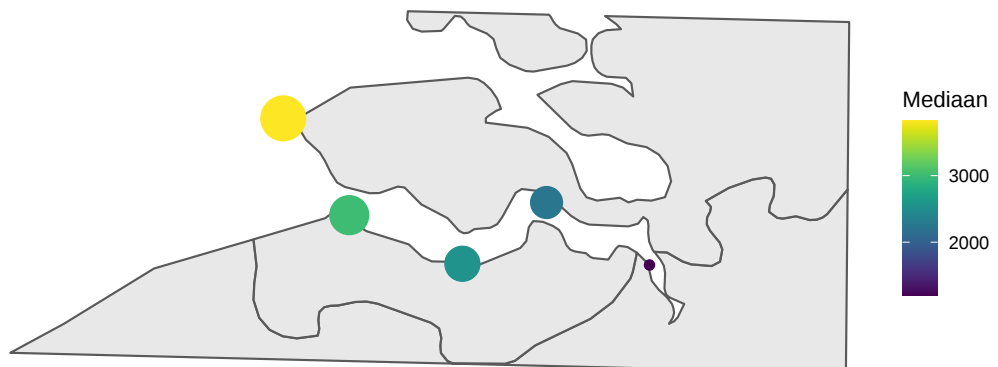
De concentraties van boor na filtratie (opgelost) verschillen qua orde van grootte relatief weinig van de totaalconcentraties, wat betekent dat er relatief weinig boor particulier gebonden is. In stroomafwaartse richting nemen de mediane boorgehaltes na filtratie toe, zie Figuur 4.61. De gegevens laten geen significante temporele trends zien.

Boor, totaal in ug/l in oppervlaktewater



Figuur 4.60 Mediaan totale boorgehalte station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

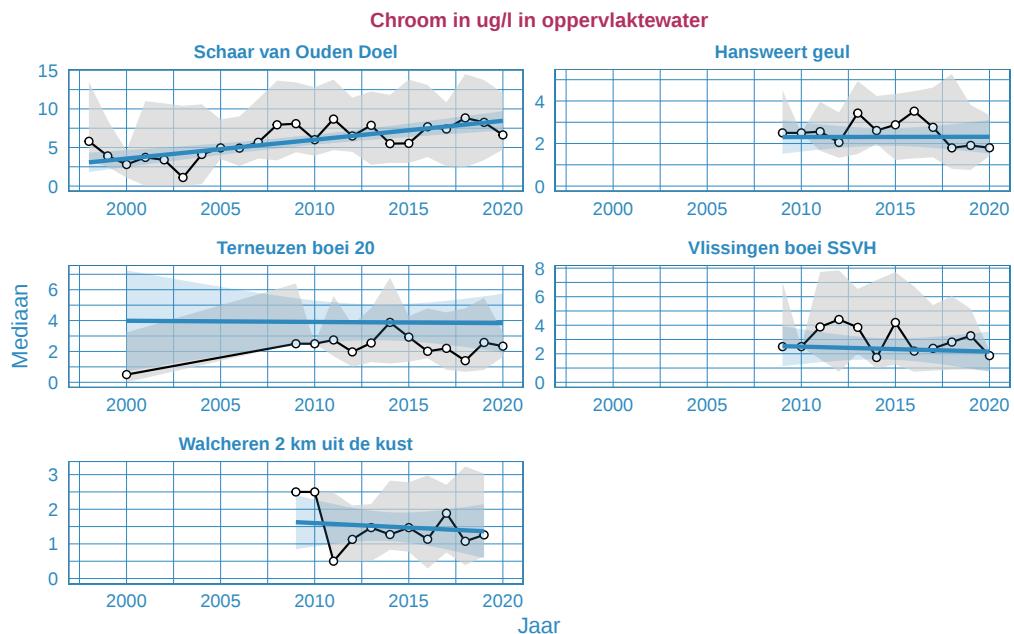
Boor in ug/l Na filtratie in oppervlaktewater



Figuur 4.61 Mediaan gefilterde boorgehalte station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Tabel 4.27 Statistiek voor chroom (ug/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	5.90	12.70	2.110	0.269	0.000
Hansweert geul	2.50	4.67	1.240	0.001	0.610
Terneuzen boei 20	2.48	5.07	0.809	-0.008	0.455
Vlissingen boei SSVH	2.64	6.89	0.913	-0.035	0.195
Walcheren 2 km uit de kust	1.32	2.90	0.500	-0.026	0.320



Figuur 4.62 Jaarlijkse Resultaten van het totale chroomgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding

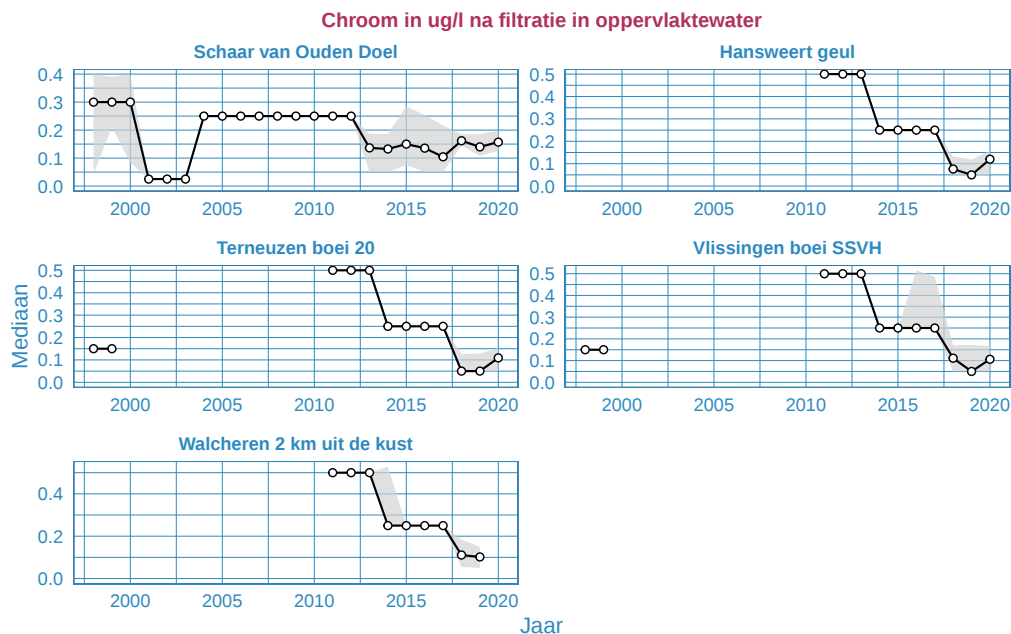
4.13.4 Chroom

Figuur 4.62 toont de jaarmedianen chroom per station, samen met de 10- en 90-percentiele gemeten waardes per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 4.27 zijn de Resultaten waardes per station 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 10- en 90-percentielen. 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 gegevens) is de trend pas significant bij $R > 0.666$ ($p = 0.05$). In stroomafwaartse richting nemen de concentraties af, zie ook Figuur 4.64.

Tabel 4.28 Statistiek voor chroom na filtratie (ug/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	0.182	0.25	0.025	0.00	0.170
Hansweert geul	0.250	0.50	0.050	-0.05	0.006
Terneuzen boei 20	0.250	0.50	0.050	-0.05	0.006
Vlissingen boei SSVH	0.250	0.50	0.050	-0.05	0.006
Walcheren 2 km uit de kust	0.250	0.50	0.104	-0.05	0.004



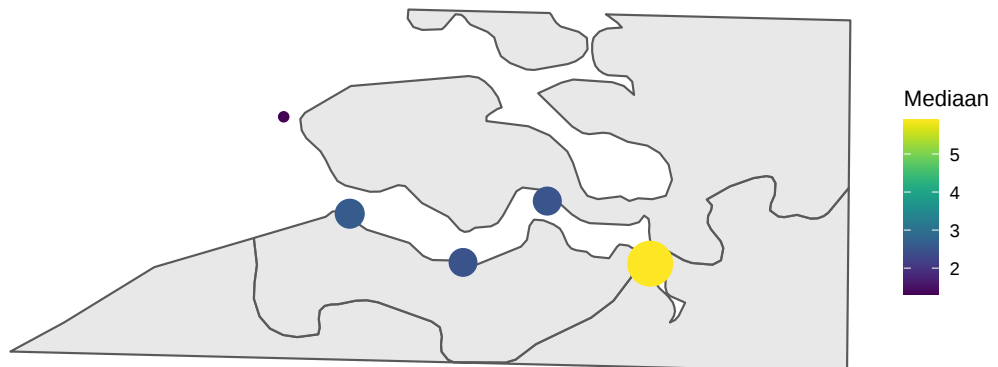
Figuur 4.63 Jaarlijkse Resultaten van het gefilterde chroomgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding

4.13.5 Chroom na filtratie

Figuur 4.63 toont de jaarmedianen chroom na filtratie per station, samen met de 10- en 90-percentiele gemeten waardes per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 4.28 zijn de Resultaten waardes per station weergegeven.

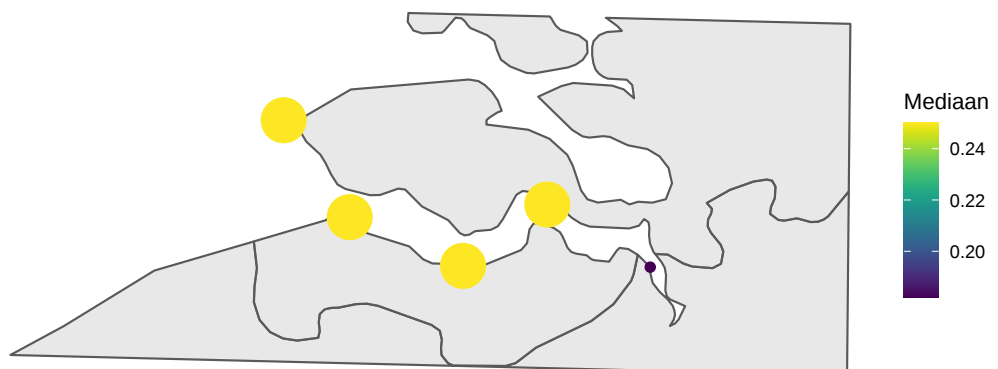
Voor alle stations zijn de resultaten sterk beïnvloed door de detectiegrens van 1 tot 5 $\mu\text{g/l}$. Oudere metingen (van voor 2012) hebben een hogere detectiegrens dan daarna. Uit het overzicht kan duidelijk worden gezien dat een groot deel van de concentraties onder de detectiegrens liggen. De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

Chroom in ug/l in oppervlaktewater



Figuur 4.64 Mediaan totale chroomgehalte station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

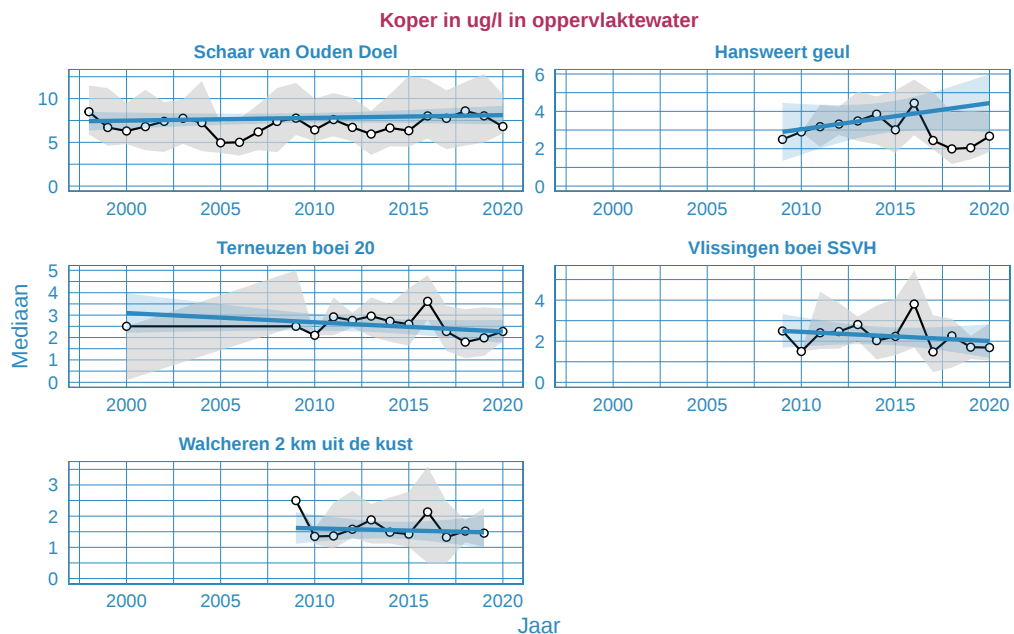
Chroom in ug/l na filtratie in oppervlaktewater



Figuur 4.65 Mediaan gefilterde chroomgehalte station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Tabel 4.29 Statistiek voor koper (ug/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	6.74	11.00	4.400	0.049	0.004
Hansweert geul	2.90	4.64	1.820	0.140	0.327
Terneuzen boei 20	2.50	3.98	1.440	-0.041	0.094
Vlissingen boei SSVH	2.30	3.95	1.060	-0.045	0.204
Walcheren 2 km uit de kust	1.57	2.83	0.959	-0.014	0.240



Figuur 4.66 Jaarlijkse Resultaten van het totale kopergehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding

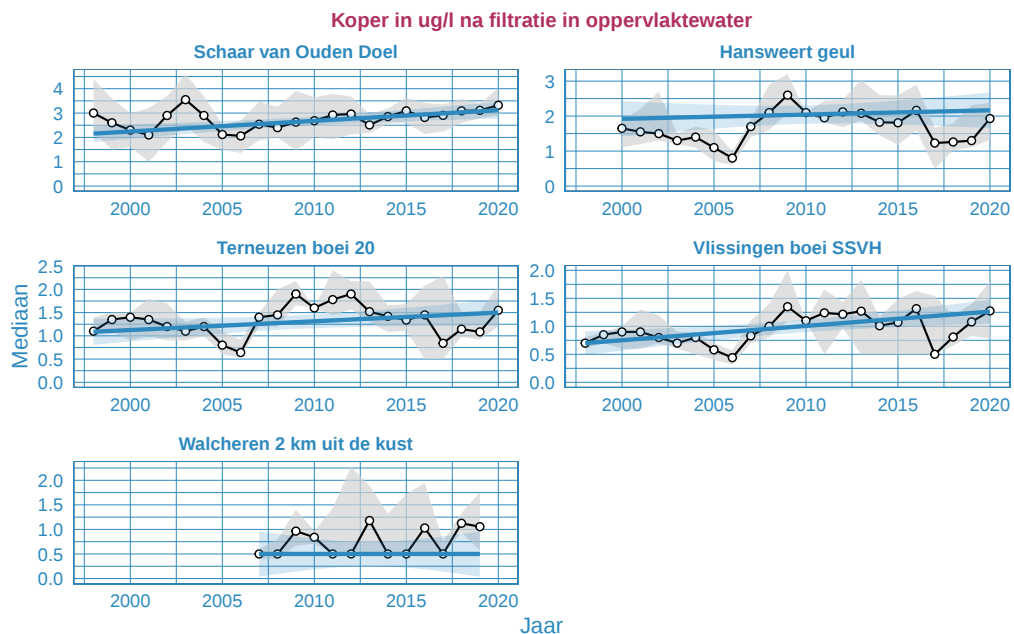
4.13.6 Koper

Figuur 4.66 toont de jaarmedianen koper per station, samen met de 10- en 90-percentiele gemeten waardes per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 4.29 zijn de Resultaten waardes per station weergegeven.

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 10- en 90-percentielen. In stroomafwaartse richting nemen de concentraties af, zie 4.68. In 2010 is er maar weinig meetgegevens 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.

Tabel 4.30 Statistiek voor koper na filtratie (ug/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	2.76	3.61	1.900	0.046	0.000
Hansweert geul	1.66	2.53	0.999	0.012	0.050
Terneuzen boei 20	1.33	1.94	0.766	0.014	0.103
Vlissingen boei SSVH	0.90	1.50	0.500	0.023	0.000
Walcheren 2 km uit de kust	0.60	1.45	0.500	0.000	0.080



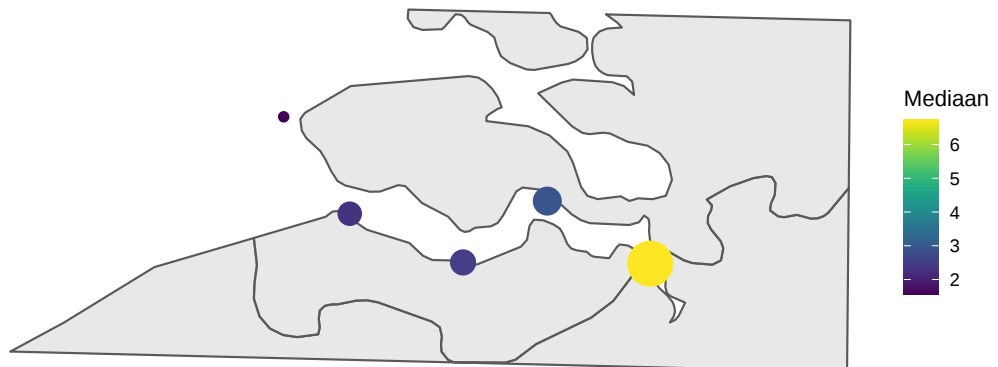
Figuur 4.67 Jaarlijkse Resultaten van het gefilterde kopergehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding

4.13.7 Koper na filtratie

Figuur 4.67 toont de jaarmedianen koper na filtratie per station, samen met de 10- en 90-percentiele gemeten waardes per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 4.30 zijn de Resultaten waardes per station weergegeven.

Station Schaar van Ouden Doel laat de hoogste concentraties zien, in stroomafwaartse richting nemen de concentraties af, zie 4.69. 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 10- en 90-percentielen. 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 4.29.

Koper in ug/l in oppervlaktewater



Figuur 4.68 Mediaan totale kopergehalte station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

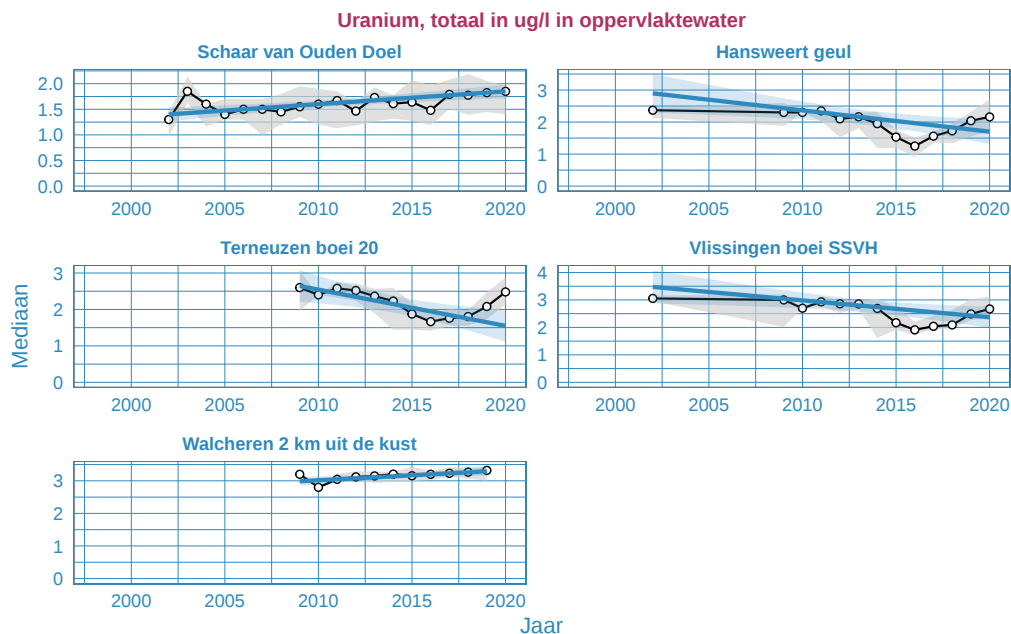
Koper in ug/l na filtratie in oppervlaktewater



Figuur 4.69 Mediaan gefilterde kopergehalte station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Tabel 4.31 Statistiek voor uranium (ug/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	1.60	2.00	1.26	0.025	0.000
Hansweert geul	1.93	2.45	1.25	-0.066	0.001
Terneuzen boei 20	2.19	2.70	1.57	-0.099	0.001
Vlissingen boei SSVH	2.64	3.09	1.90	-0.061	0.000
Walcheren 2 km uit de kust	3.18	3.37	2.95	0.030	0.002



Figuur 4.70 Jaarlijkse Resultaten van het totale uraniumgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

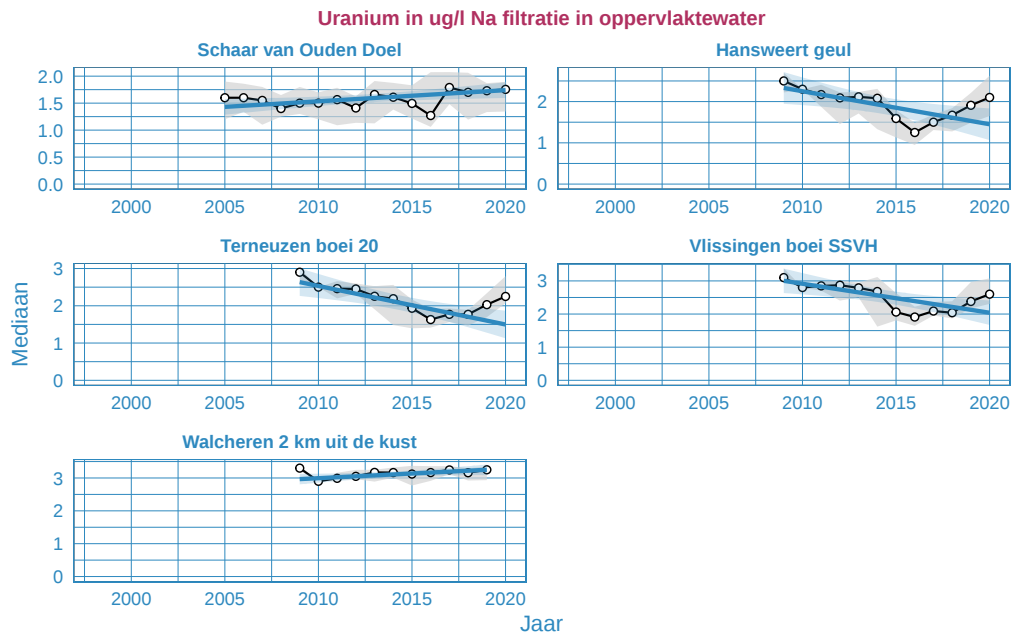
4.13.8 Uranium

Figuur 4.70 toont de jaarmedianen uranium per station, samen met de 10- en 90-percentiele gemeten waardes per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 4.31 zijn de Resultaten waardes per station weergegeven.

Hoewel er slechts een beperkte hoeveelheid meetpunten 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 4.72. De minimale en maximale waardes 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.

Tabel 4.32 Statistiek voor uranium na filtratie (ug/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	1.57	1.90	1.20	0.021	0.041
Hansweert geul	1.87	2.49	1.23	-0.080	0.003
Terneuzen boei 20	2.12	2.68	1.55	-0.103	0.001
Vlissingen boei SSVH	2.53	3.08	1.89	-0.088	0.002
Walcheren 2 km uit de kust	3.16	3.34	2.91	0.028	0.014



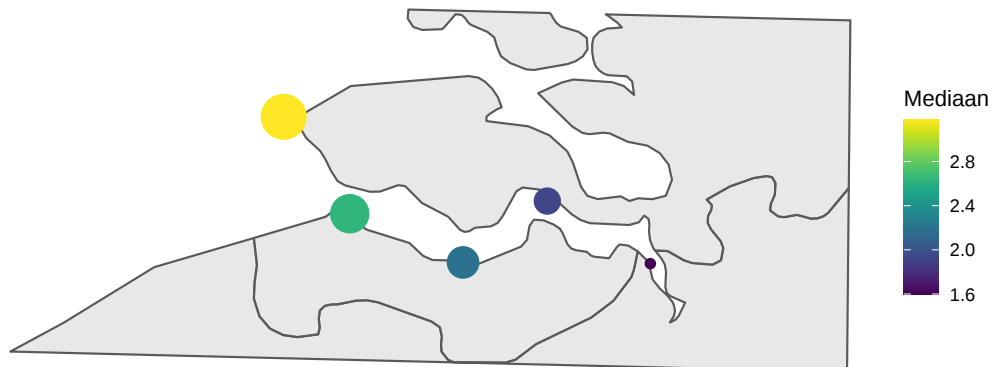
Figuur 4.71 Jaarlijkse Resultaten van het gefilterde uraniumgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding

4.13.9 Uranium na filtratie

Figuur 4.71 toont de jaarmedianen uranium na filtratie per station, samen met de 10- en 90-percentiele gemeten waardes per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 4.32 zijn de Resultaten waardes per station weergegeven.

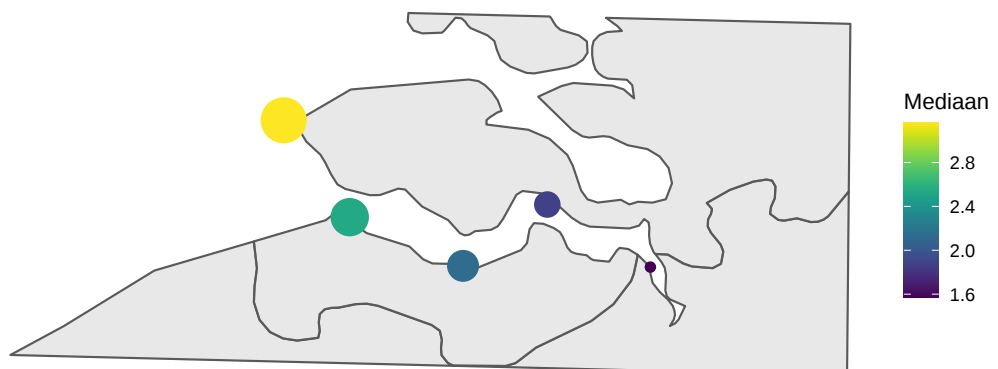
Het station Schaar van Ouden Doel laat een vrij constant beeld zien over de gehele periode. In stroomafwaartse richting nemen de gehalten toe, zie ook Figuur 4.73. De concentraties van uranium na filtratie (opgelost) verschillen qua orde van grootte relatief weinig van de totaalconcentraties en derhalve zien we een soortgelijke temporele afname voor stations Hansweert, Terneuzen en Vlissingen als in de vorige paragraaf die statistisch significant is.

Uranium, totaal in ug/l in oppervlaktewater



Figuur 4.72 Mediaan totale uraniumgehalte station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

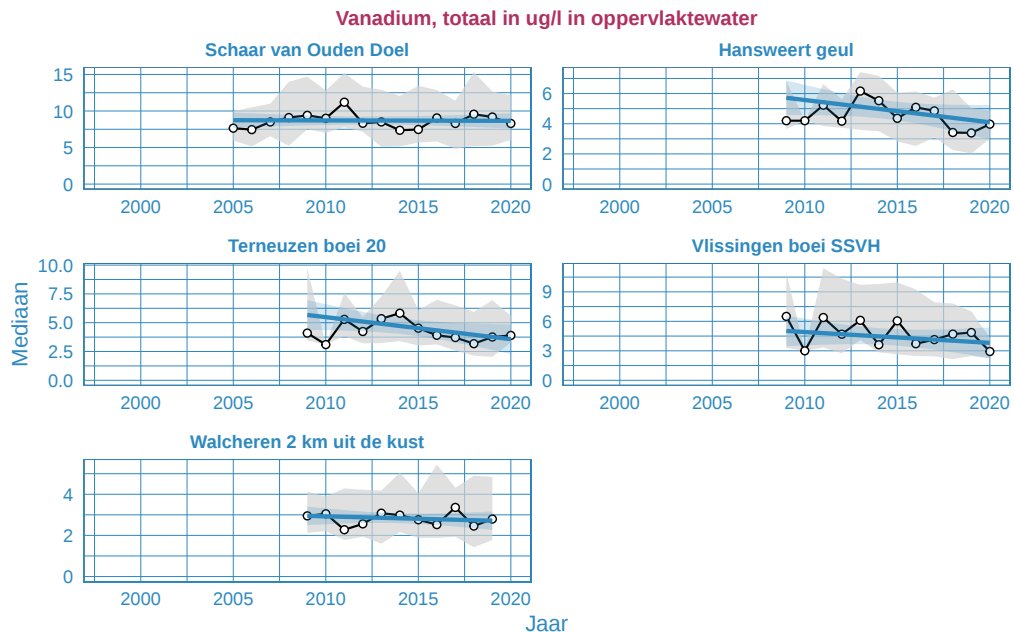
Uranium in ug/l Na filtratie in oppervlaktewater



Figuur 4.73 Mediaan gefilterde uraniumgehalte station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Tabel 4.33 Statistiek voor vanadium (ug/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	8.50	13.70	5.69	-0.006	0.737
Hansweert geul	4.36	6.76	2.80	-0.148	0.009
Terneuzen boei 20	4.44	7.30	2.91	-0.191	0.009
Vlissingen boei SSVH	4.57	9.81	2.49	-0.110	0.065
Walcheren 2 km uit de kust	2.76	4.94	1.79	-0.024	0.765



Figuur 4.74 Jaarlijkse Resultaten van het totale vanadiumgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

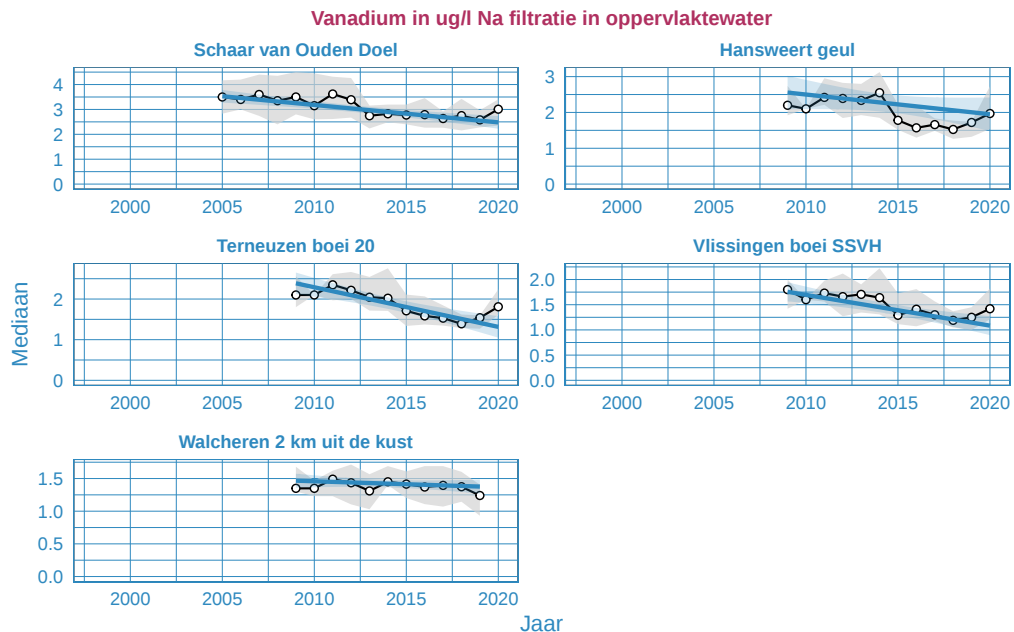
4.13.10 Vanadium

Figuur 4.74 toont de jaarmedianen vanadium per station, samen met de 10- en 90-percentiele gemeten waardes per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 4.33 zijn de Resultaten waardes per station weergegeven.

Hoewel er slechts beperkte hoeveelheid meetpunten 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 Doel), zie ook Figuur 4.76. Algemeen, constateren we geen duidelijk significante (statistische) lineaire trends over de tijd, hoewel Schaar van Ouden Doel met 0.6 $\mu\text{g/L}$ afneemt.

Tabel 4.34 Statistiek voor vanadium na filtratie (ug/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	3.00	4.10	2.40	-0.070	0.000
Hansweert geul	1.98	2.73	1.48	-0.055	0.002
Terneuzen boei 20	1.81	2.50	1.38	-0.097	0.002
Vlissingen boei SSVH	1.50	1.96	1.13	-0.061	0.003
Walcheren 2 km uit de kust	1.39	1.66	1.08	-0.009	0.018



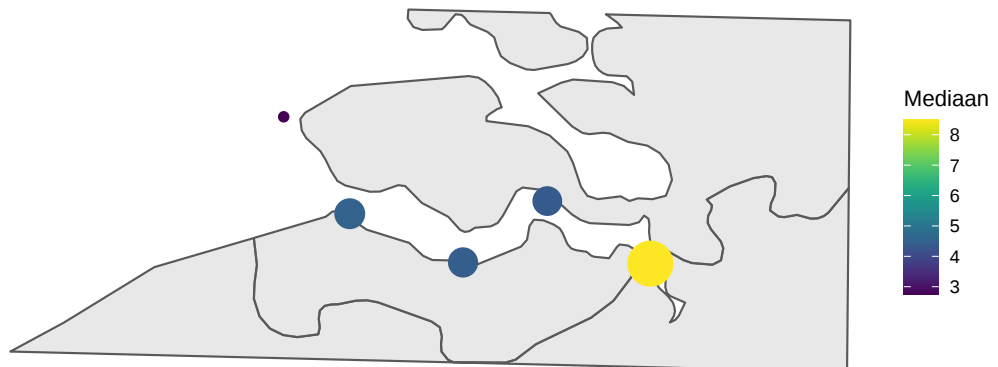
Figuur 4.75 Jaarlijkse Resultaten van het gefilterde vanadiumgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

4.13.11 Vanadium na filtratie

Figuur 4.75 toont de jaarmedianen vanadium na filtratie per station, samen met de 10- en 90-percentiele gemeten waarden per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 4.34 zijn de Resultaten waarden per station weergegeven.

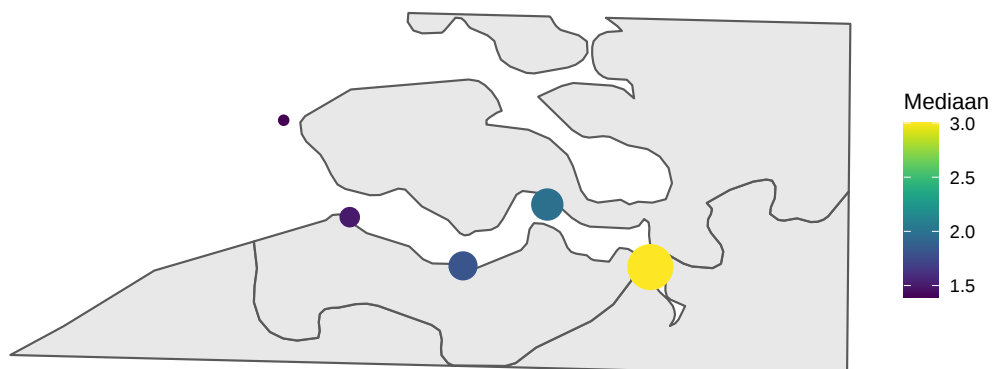
Alle stations laten een vrij constant beeld zien. In stroomafwaartse richting nemen de gehalten af, zie ook Figuur 4.77. De concentraties van vanadium na filtratie (opgelost) zijn lager dan de totaalconcentraties. Op bijna alle stations is een significante afname te zien van Vanadium en opgelost Vanadium.

Vanadium, totaal in ug/l in oppervlaktewater



Figuur 4.76 Mediaan totale vanadiumgehalte station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

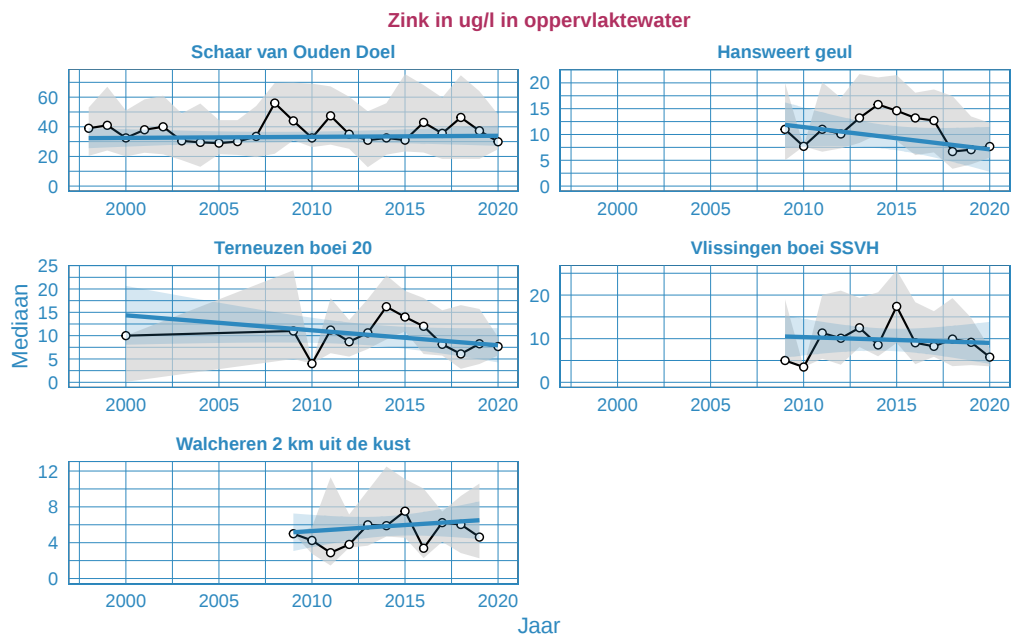
Vanadium in ug/l Na filtratie in oppervlaktewater



Figuur 4.77 Mediaan gefilterde Vanadiumgehalte station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Tabel 4.35 Statistiek voor zink (ug/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	34.00	62.3	20.10	0.161	0.162
Hansweert geul	11.00	20.3	5.00	-0.431	0.398
Terneuzen boei 20	10.00	18.7	5.00	-0.321	0.021
Vlissingen boei SSVH	9.50	20.8	4.19	-0.133	0.724
Walcheren 2 km uit de kust	5.65	10.6	2.40	0.134	0.024



Figuur 4.78 Jaarlijkse Resultaten van het totale zinkgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

4.13.12 Zink

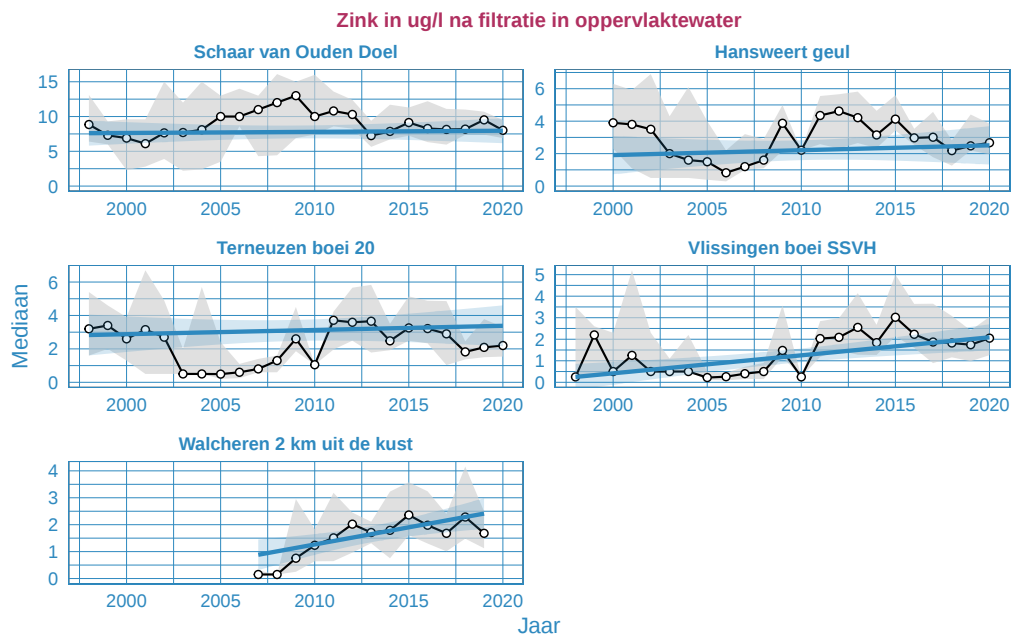
Figuur 4.78 toont de jaarmedianen zink per station, samen met de 10- en 90-percentiele gemeten waardes per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 4.35 zijn de Resultaten waardes per station weergegeven.

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 4.80. 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 4.78 verschillen.

Tabel 4.36 Statistiek voor zink na filtratie (ug/l) van het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	8.94	13.00	5.21	-0.065	0.658
Hansweert geul	2.92	5.26	1.00	0.030	0.432
Terneuzen boei 20	2.19	4.76	0.50	0.073	0.002
Vlissingen boei SSVH	1.43	3.10	0.30	0.104	0.000
Walcheren 2 km uit de kust	1.65	3.07	0.15	0.128	0.000



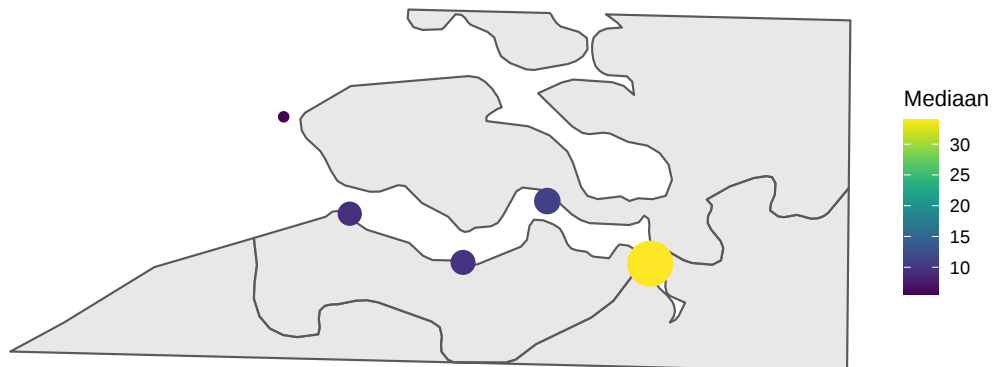
Figuur 4.79 Jaarlijkse Resultaten van het gefilterde zinkgehalte in het oppervlaktewater van de Westerschelde en de monding.

4.13.13 Zink na filtratie

Figuur 4.79 toont de jaarmedianen zink na filtratie per station, samen met de 10- en 90-percentiele gemeten waardes per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 4.36 zijn de Resultaten waardes per station weergegeven.

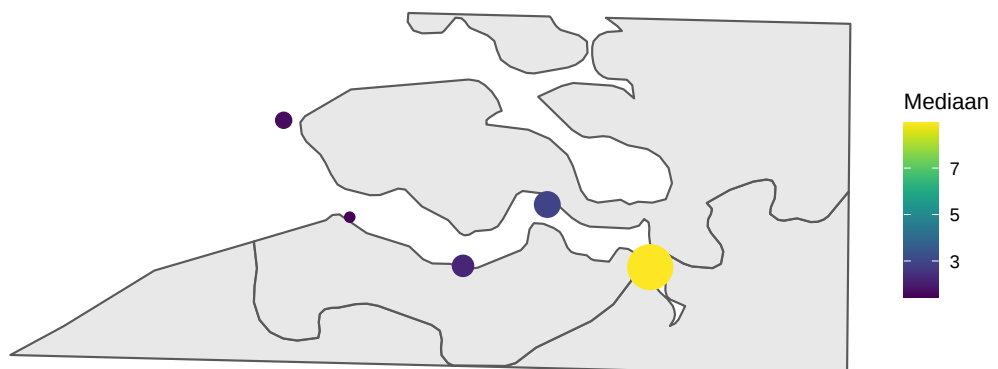
Het station Schaar van Ouden Doel laat een behoorlijke variatie zien tussen de jaren, maar ook binnen een jaar, gezien de verschillen tussen de minimum en de maximumwaardes. De periode 2000-2008 laat een stijgende trend zien, daarna nemen de concentraties opgelost zink af. In stroomafwaartse richting nemen de gehalten af, zie ook Figuur 4.81. 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 gegevensset de concentratie gefilterd zink op zee toeneemt in de tijd (Walcheren 2 km uit de kust).

Zink in ug/l in oppervlaktewater



Figuur 4.80 Mediaan van het totale zinkgehalte station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

Zink in ug/l na filtratie in oppervlaktewater



Figuur 4.81 Mediaan van het gefilterde zinkgehalte station berekend op alle beschikbare gegevens vanaf 1996.

5 Zwevend stof - Fysisch-chemische parameters

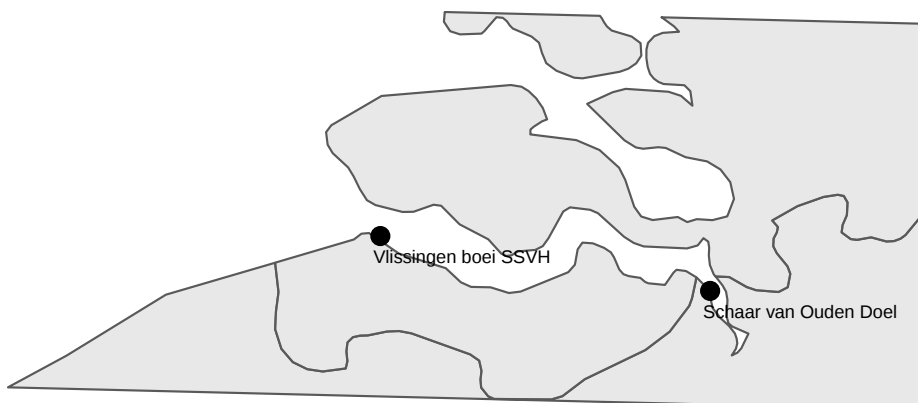
Voor de bepaling van de fysisch-chemische parameters in het oppervlaktewater en in zwevend stof vinden in het kader van MWTL vaartochten plaats, waarbij op vaste punten monsters worden genomen op ca. 1,5 m onder het wateroppervlak. In dit hoofdstuk zijn de metingen in zwevend stof opgenomen. In het algemeen geldt dat sinds 1998 de waarden van de verontreinigingen zijn afgenomen. Het lijkt erop dat de concentraties zich de laatste jaren stabiliseren.

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. De overige stations worden sinds 2007 niet meer gemonsterd en worden daarom niet meegenomen in dit rapport. 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 5.1 en zijn steeds gerangschikt in stroomafwaartse richting.

De meetdata worden gepresenteerd door middel van medianen, en 10- en 90-percentielen voor elk jaar dat gemeten is. Voor sommige parameters zijn deze waarden ook per maand of seizoen weergegeven. Als er slechts een meting per maand beschikbaar is (of minder), zijn deze waarden gepresenteerd. Bij het berekenen van percentielen over 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. Ook is in de figuren aangegeven over hoeveel meetwaarden de statistiek berekend is in de vorm van de grootte van de punten.

Voor sommige parameters geldt dat de meetwaarde gelijk of lager is dan de



Figuur 5.1 Ligging van de meetstations voor het zwevende stof

Tabel 5.1 Jaarlijks mediaan, 10-percentiel en 90-percentiel en de trend en p waarde van de trend van korrelgrootte tot 63 μm (%) van het zwevende stof van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	69.2	73.3	63.7	0.000	0.028
Vlissingen boei SSVH	59.6	70.0	53.6	0.551	0.000

detectiegrens van het meetinstrument. Indien dit het geval is, wordt dit beschreven in de begeleidende tekst en de halve detectiegrens meegenomen als meetwaarde. Hierdoor kunnen gemiddelden iets afwijken dan wanneer de mediaan was berekend 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 μm 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 μm

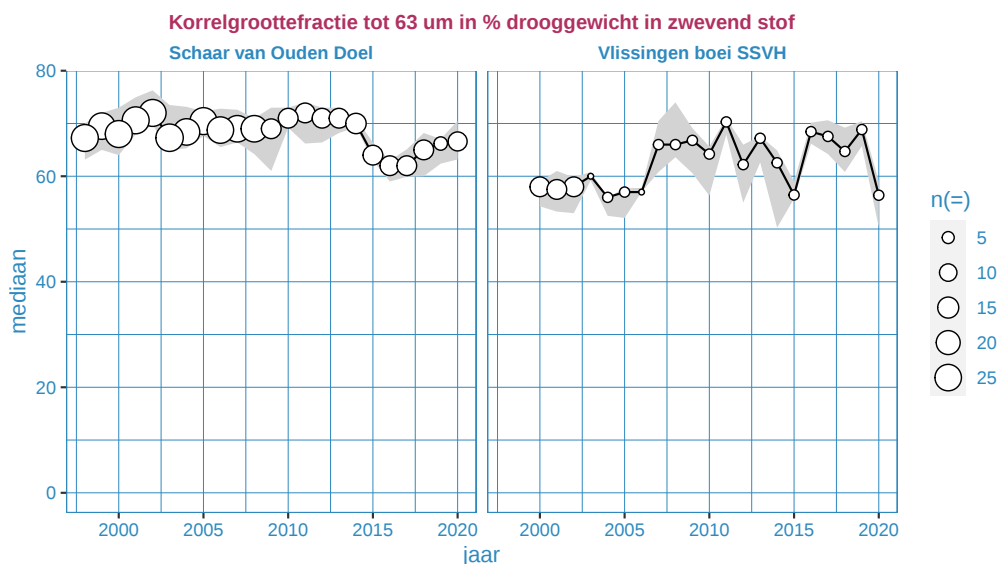
Figuur 5.2 toont de jaarmediaan van de korrelgroottefractie tot 63 μm per station voor de periode vanaf 1997 t/m 2020, samen met de 10- en 90-percentiele waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 5.1 de mediane, 10- en 90-percentiele waarden per station weergegeven.

De korrelgroottefractie kleiner dan 63 μm ligt rond 60% bij Vlissingen boei SSVH en rond de 70% bij Schaar van Ouden Doel. Bij Schaar van Ouden Doel is er een afname in het gehalte vanaf 2015, die in de laatste twee jaar weer iets herstelt. Bij Vlissingen zijn de waarden vanaf 2007 verhoogd ten opzicht van daarvoor, maar in de 2015 en 2020 zijn de waarden weer als van voor 2007. Over het geheel genomen is er een significante toename bij Vlissingen, met de kanttekening dat de variabiliteit de laatste jaren groot is.

5.2.2 Korrelgroottefractie tot 2 μm

Figuur 5.3 toont de jaarmediane korrelgroottefractie tot 2 μm per station voor de periode vanaf 1997 t/m 2020, samen met de 10- en 90-percentiele waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 5.2 zijn de mediane, 10- en 90-percentiele waarden per station weergegeven.

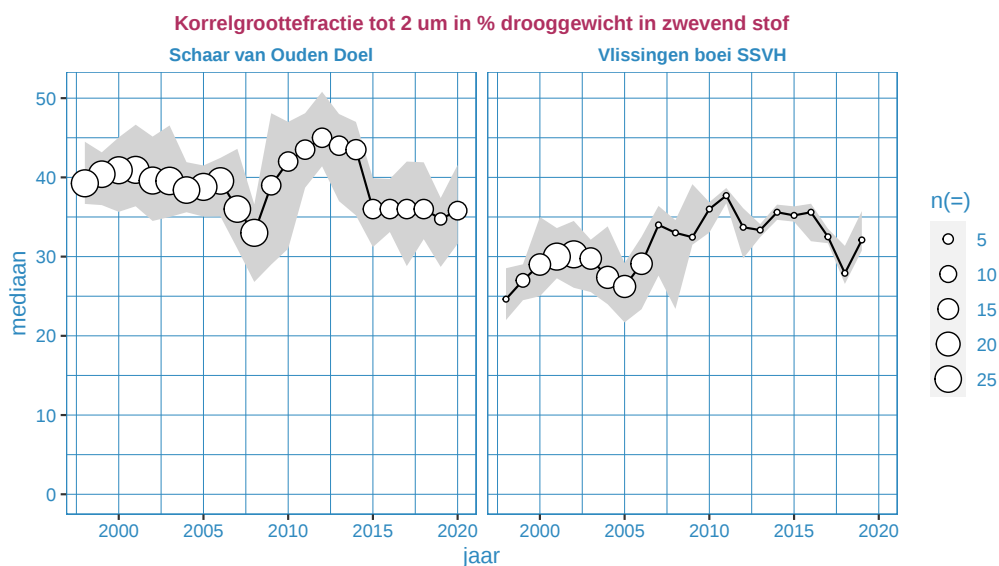
De korrelgroottefractie kleiner dan 2 μm ligt rond 40% bij Schaar van Ouden Doel en rond de 30% bij Vlissingen. Er is een toename over de hele periode in Vlissingen, maar niet in Schaar van Ouden Doel. In Schaar van Ouden Doel is het gehalte tussen 2010 en 2015 hoger dan in de periode daarvoor, en vanaf 2015 weer lager. De toename bij Vlissingen komt doordat de waarden van 2007 - nu hoger zijn geweest dan in de periode daarvoor.



Figuur 5.2 Jaarlijkse mediaanwaarde, 10-percentiel en 90-percentiel van de korrelgroottefractie tot 63 μm voor 2 stations. De grootte van de symbolen geven het aantal valide meetwaarden per jaar aan.

Tabel 5.2 Jaarlijks mediaan, 10-percentiel en 90-percentiel en de trend en p waarde van de trend van korrelgrootte tot 2 μm (%) van het zwevende stof van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	39	45.6	32.6	-0.216	0.304
Vlissingen boei SSVH	30	35.0	24.0	0.379	0.000



Figuur 5.3 Jaarlijkse mediaanwaarde, 10-percentiel en 90-percentiel van de korrelgroottefractie tot 2 μm voor beide stations

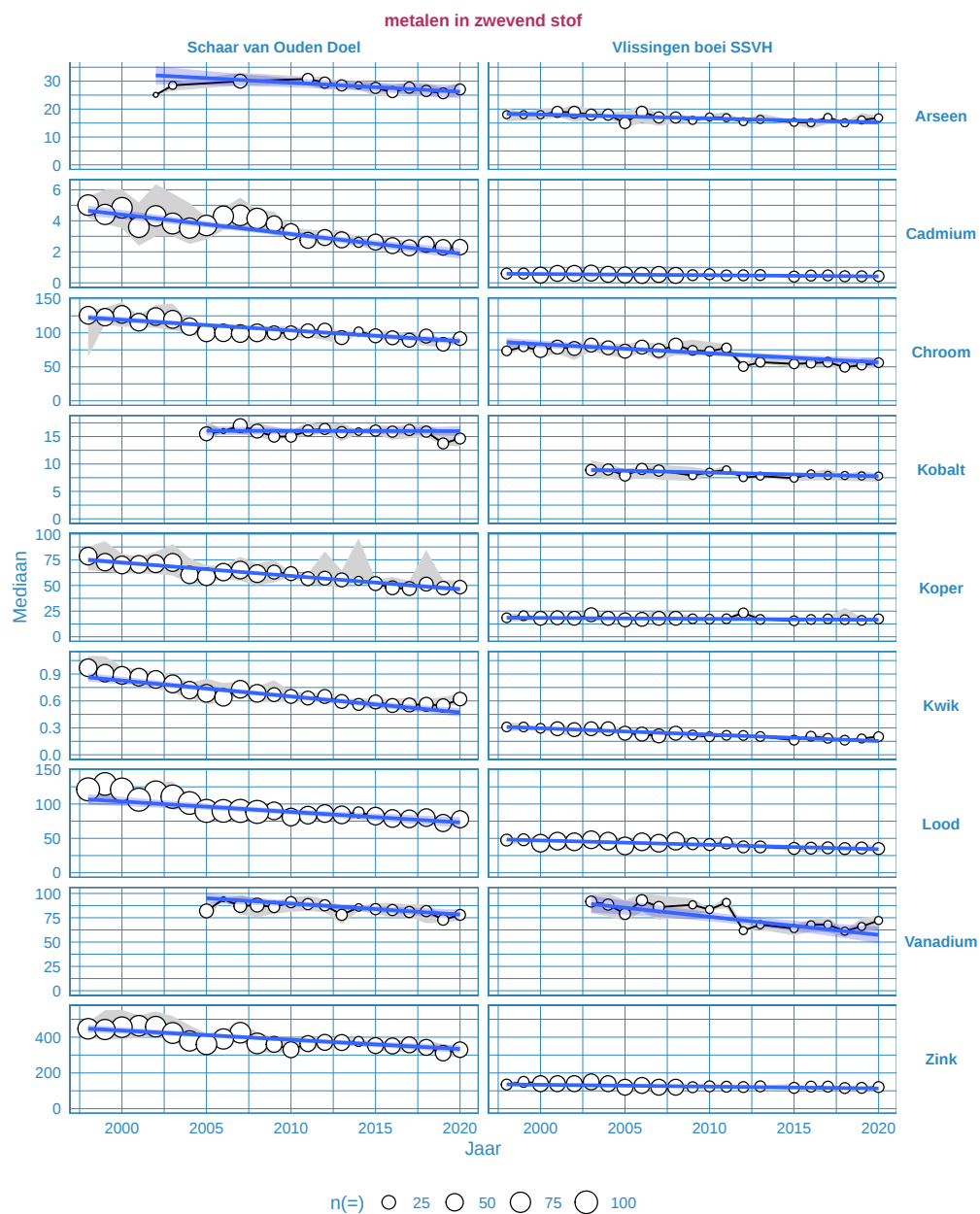
Tabel 5.3 Jaarlijks mediaan, 10-percentiel en 90-percentiel en de trend en p waarde metalen in drooggewicht (mg/kg) van het zwevende stof voor station Schaar van Ouden Doel (bovenste tabel) en Vlissingen boei SSVH (onderste tabel) berekend op alle beschikbare data vanaf 2000

Parameter	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Arseen	28.10	31.30	24.60	-0.32	0.00
Cadmium	3.50	5.10	2.32	-0.13	0.00
Chroom	100.00	126.00	88.00	-0.47	0.00
Kobalt	16.00	17.30	14.00	-0.01	0.15
Koper	61.70	76.90	48.30	-1.19	0.00
Kwik	0.69	0.88	0.55	-0.02	0.00
Lood	90.00	119.00	75.10	-1.38	0.00
Vanadium	83.00	94.00	73.30	-1.17	0.00
Zink	385.00	482.00	327.00	-3.72	0.00
Parameter	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Arseen	17.00	19.90	14.10	-0.18	0.00
Cadmium	0.52	0.67	0.40	-0.01	0.00
Chroom	75.00	85.00	53.20	-1.55	0.00
Kobalt	8.38	9.82	7.10	-0.07	0.00
Koper	18.00	22.00	15.50	-0.02	0.18
Kwik	0.24	0.31	0.17	-0.01	0.00
Lood	43.00	50.00	35.00	-0.66	0.00
Vanadium	82.00	99.40	61.40	-1.86	0.00
Zink	130.00	150.00	115.00	-1.01	0.00

5.3 Metalen

In deze paragraaf presenteren we de volgende metalen gedetecteerd in zwevende stof (figuur 5.4).

- Arseen (As)
- Cadmium (Cd)
- Chroom (Cr)
- Kobalt (Co)
- Koper (Cu)
- Kwik (Hg)
- Lood (Pb)
- Vanadium (V)
- Zink (Zn)



Figuur 5.4 Trends voor alle hier behandelde metalen in mg/kg drooggewicht in zwevend stof.

5.3.1 Arseen

Figuur 5.4 toont de jaarmediaan arseen per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2020, samen met de 10- en 90-percentiel waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 5.3 de mediaan, 10- en 90-percentiele waardes per station weergegeven.

De concentraties arseen in zwevende stof nemen iets af in stroomafwaartse richting. Bij Schaar van Ouden Doel is de mediane waarde 28 mg/kg. Sinds 2011 nemen de waarden hier af. Over de gehele meetperiode is de trend niet significant. Bij Vlissingen boei SSVH is de mediaan lager (17 mg/kg), en er is een licht dalende trend (-0,14 mg/kg per jaar) in de periode 2000-2012 die statistisch significant is.

5.3.2 Cadmium

Figuur 5.4 toont het jaarmediane Cadmiumgehalte per station voor de periode vanaf 1997 t/m 2020, samen met de 10- en 90-percentiel gemeten waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 5.3 zijn de mediane, 10- en 90-percentiele waardes per station weergegeven.

De concentraties cadmium in zwevende stof nemen sterk af in stroomafwaartse richting (factor 7 tussen de twee stations). Bij Schaar van Ouden Doel is er een dalende trend van 0,12 mg/kg per jaar aanwezig die statistisch significant is. De waardes bij Vlissingen nemen ook significant af, maar met een lagere snelheid (0.008 mg/kg per jaar).

5.3.3 Chroom

Figuur 5.4 toont het jaarmediane chroomgehalte per station voor de periode vanaf 1998 t/m 2020, samen met de 10- en 90-percentiele waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 5.3 de mediane, 10- en 90-percentiele waardes per station weergegeven.

De concentraties chroom in zwevende stof nemen af in stroomafwaartse richting. Bij Schaar van Ouden Doel neem na een periode van gelijke concentratie (2005-2014) weer verder af. Over de hele periode is er een significante afname van 1,6 mg/kg per jaar. 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 gehele dataset neemt het hoeveelheid chroom in zwevende stof af met 1,6 mg/kg per jaar. Een trend die statistisch significant is.

5.3.4 Kobalt

Figuur 5.4 toont de jaarmediane waarde voor kobalt per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2020, samen met de 10- en 90-percentiele waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 5.3 de mediane, 10- en 90-percentiele waardes per station weergegeven.

De concentraties kobalt in zwevende stof nemen af in stroomafwaartse richting. Bij Vlissingen is het gehalte 8 mg/kg, en is een significante afname van 0,07 mg/kg te zien. De kobaltconcentraties nemen af in de tijd, echter wel met lage significantie. Bij Schaar van Ouden Doel is er geen significante trend waarneembaar en ligt het gehalte op ongeveer 2 keer zo veel.

5.3.5 Koper

Figuur 5.4 toont het jaarmediane kopergehalte per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2020, samen met het 10- en 90-percentiel per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 5.3 de mediane, 10- en 90-percentiel waardes per station weergegeven.

De concentraties koper in zwevende stof nemen sterk af in stroomafwaartse richting (factor 3). Er zijn sterke uitschieters in koperconcentraties op beide stations. De reden hiervoor is onbekend. In Schaar van Ouden Doel is desondanks een significante dalende trend te zien van 1,23 mg/kg per jaar.

5.3.6 Kwik

Figuur 5.4 toont de jaarlijkse mediaan kwik per station voor de periode vanaf 1998 t/m 2020, samen met de 10- en 90-percentiele waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 5.3 de mediane, 10- en 90-percentiele 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.

5.3.7 Lood

Figuur 5.4 toont de jaarmediane waarde lood per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2020, samen met de 10- en 90-percentiele waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 5.3 zijn de mediaan, 10- en 90-percentiele 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 is ook een significante daling zichtbaar, maar ook hier lijken de waarden de laatste jaren stabiel. 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 5.4 toont de jaarlijkse mediaan Vanadium per station voor de periode vanaf 2005 t/m 2020, samen met de 10- en 90-percentiele waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 5.3 de mediane, 10- en 90-percentiele waardes per station weergegeven.

De concentraties vanadium in zwevend stof laten bijna geen duidelijke ruimtelijke gradiënt zien. Alleen de in de periode vanaf 2012 is de concentratie in Vlissingen duidelijk lager dan in Schaar van Ouden Doel. Bij Vlissingen boei SSVH is voor de hele periode een dalende trend van 1,7 mg/kg per jaar met een statistische significantie. Bij Schaar van Ouden Doel is deze daling lager (0,8 mg/kg per jaar), maar ook nog steeds significant.

5.3.9 Zink

Figuur 5.4 toont de jaarlijkse mediaan zink per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2020, samen met de 10- en 90-percentiele waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 5.3 de mediane, 10- en 90-percentiele 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 significant is. Bij Schaar van Ouden Doel is deze trend sterker (5,8 mg/kg per jaar) dan bij station Vlissingen (1,2).

Tabel 5.4 Jaarlijks statistiek voor PAK's in drooggewicht (mg/kg) van het zwevende stof voor station Schaar van Ouden Doel (bovenste tabel) en Vlissingen boei SSVH (onderste tabel) berekend op alle beschikbare data vanaf 2000

Parameter	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Antraceen	0.13	0.19	0.07	0.00	0.00
Benzo(a)antraceen	0.29	0.41	0.20	-0.01	0.00
Benzo(a)pyreen	0.40	0.52	0.25	-0.01	0.00
Benzo(g,h,i)peryleen	0.32	0.43	0.21	-0.01	0.00
Benzo(k)fluorantheen	0.24	0.31	0.15	-0.01	0.00
Chryseen	0.31	0.43	0.21	-0.01	0.00
Fenantreen	0.37	0.52	0.20	-0.01	0.00
Fluorantheen	0.59	0.88	0.37	-0.02	0.00
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen	0.37	0.47	0.23	-0.01	0.00
Naftaleen	0.17	0.25	0.07	0.00	0.31

x

Vlissingen boei SSVH

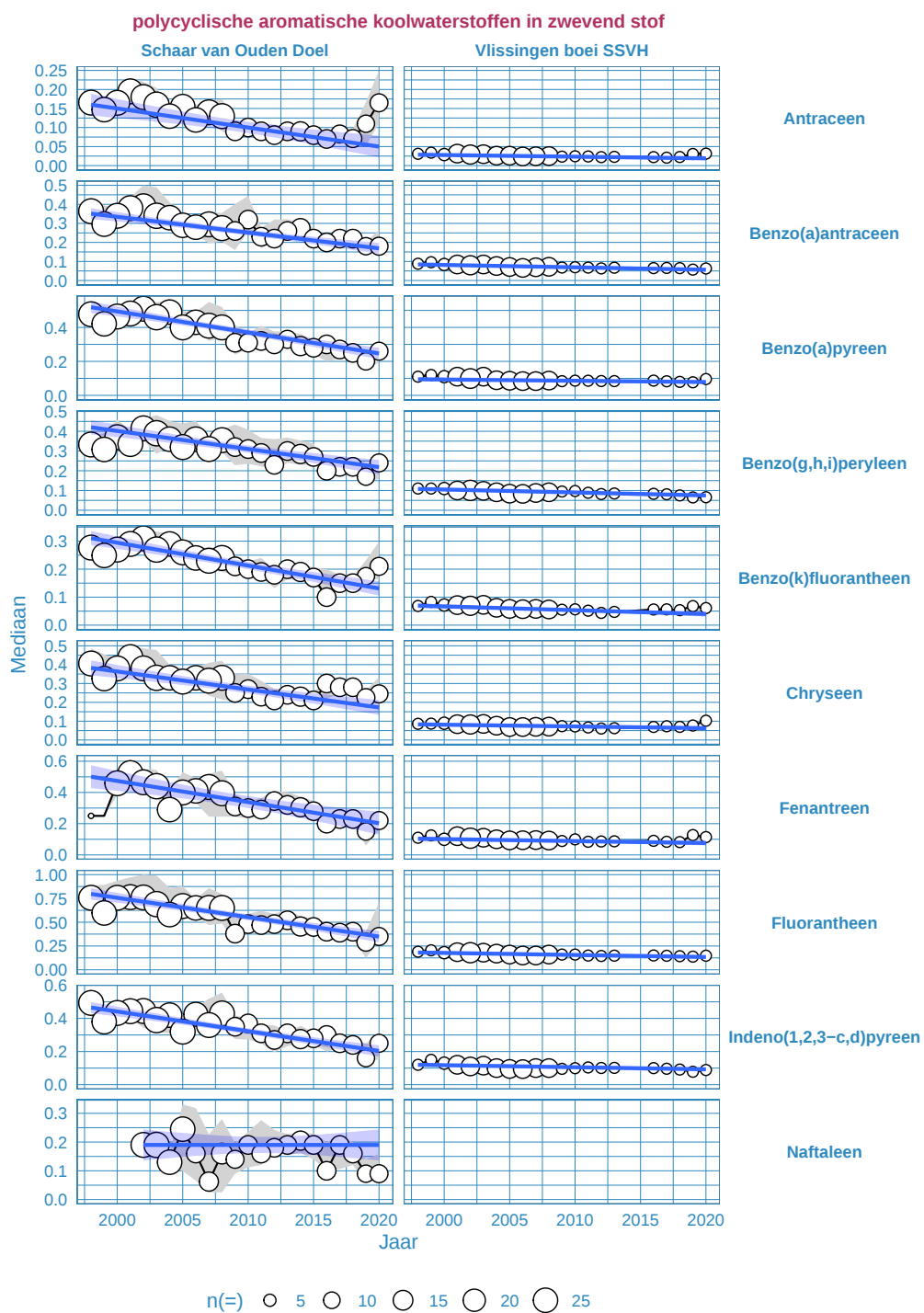
5.4 Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's)

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

- Antraceen (Figuur 5.5)
- Benzo[a]antraceen (Figuur 5.5)
- Benzo[a]pyreen (Figuur 5.5)
- Benzo[g,h,i]peryleen (Figuur 5.5)
- Benzo[k]fluorantheen (Figuur 5.5)
- Chryseen (Figuur 5.5)
- Fenantreen (Figuur 5.5)
- Fluorantheen (Figuur 5.5)
- Indeno[1,2,3-c,d]pyreen (Figuur 5.5)
- Naftaleen (Figuur 5.5)

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 verkoling 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.



Figuur 5.5 Trends voor alle hier behandelde PAK's in mg/kg drooggewicht in zwevend stof.

5.4.1 Antraceen

Figuur 5.5 toont de jaarlijkse mediaan antraceen per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2020, samen met de 10- en 90-percentiele waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 5.4 de mediane, 10- en 90-percentiele waardes per station weergegeven.

Bij Schaar van Ouden Doel is een significante afnemende trend te zien. Bij Vlissingen is het gehalte min of meer constant over de tijd maar wel veel lager (factor 5) dan bij Schaar van Ouden Doel. In 2019 en 2020 zien we opeens een sterke toename in de gehalten van antraceen bij beide stations.

5.4.2 Benzo[a]pyreen

Figuur 5.5 toont de jaarlijkse mediaan Benzo[a]pyreen per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2020, samen met de 10- en 90-percentiele waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 5.4 de mediane, 10- en 90-percentiele waardes per station weergegeven.

Beide stations hebben een afnemende trend. Voor Schaar van Ouden Doel is de trend sterker en statistisch signifikanter.

5.4.3 Benzo[g,h,i]peryleen

Figuur 5.5 toont de jaarlijkse mediaan Benzo[g,h,i]peryleen per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2020, samen met de 10- en 90-percentiele waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 5.4 de mediane, 10- en 90-percentiele 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 5.5 toont de jaarlijkse mediaan Benzo[a]antraceen per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2020, samen met de 10- en 90-percentiele waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 5.4 de mediane, 10- en 90-percentiele waardes per station weergegeven.

Schaal van Ouden Doel heeft hogere waardes Benzo[a]antraceen in zwevend stof vergeleken met Vlissingen. Beide stations vertonen een significante afnemende trend, hoewel de trend en de correlatie verschilt per station.

5.4.5 Benzo[k]fluorantheen

Figuur 5.5 toont de jaarlijkse mediaan Benzo[k]fluorantheen per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2020, samen met de 10- en 90-percentiele waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 5.4 de mediane, 10- en 90-percentiele 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. De concentraties bij Schaar van Ouden Doel zijn echter sinds 2016 plotseling weer toegenomen.

5.4.6 Chryseen

Figuur 5.5 toont de jaarlijkse mediaan chryseen per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2020, samen met de 10- en 90-percentiele waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 5.4 de mediane, 10- en 90-percentiele waardes per station weergegeven. Beide stations hebben een afnemende trend, hoewel de trend en de correlatie verschilt per station.

5.4.7 Fenanthreen

Figuur 5.5 toont de jaarlijkse mediaan fenanthreen per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2020, samen met de 10- en 90-percentiele waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 5.4 de mediane, 10- en 90-percentiele waardes per station weergegeven. Beide stations hebben een afnemende trend, hoewel de trend en de correlatie verschilt per station.

5.4.8 Fluorantheen

Figuur 5.5 toont de jaarlijkse mediaan fluorantheen per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2020, samen met de 10- en 90-percentiele waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 5.4 de mediane, 10- en 90-percentiele waardes per station weergegeven. Beide stations constateren we een afnemende trend, hoewel Vlissingen boei SSHV net significant.

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

Figuur 5.5 toont de jaarlijkse mediaan Indeno[1,2,3-c,d]pyreen per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2020, samen met de 10- en 90-percentiele waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 5.4 de mediane, 10- en 90-percentiele waardes per station weergegeven. Deze neemt statistisch significant af bij Schaar van Ouden Doel.

5.4.10 Naftaleen

Figuur 5.5 toont de jaarlijkse mediaan naftaleen per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2020, samen met de 10- en 90-percentiele waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 5.4 de mediane, 10- en 90-percentiele waardes per station weergegeven. We constateren geen temporale trend.

5.5 Polychloorbifenylen (PCB's)

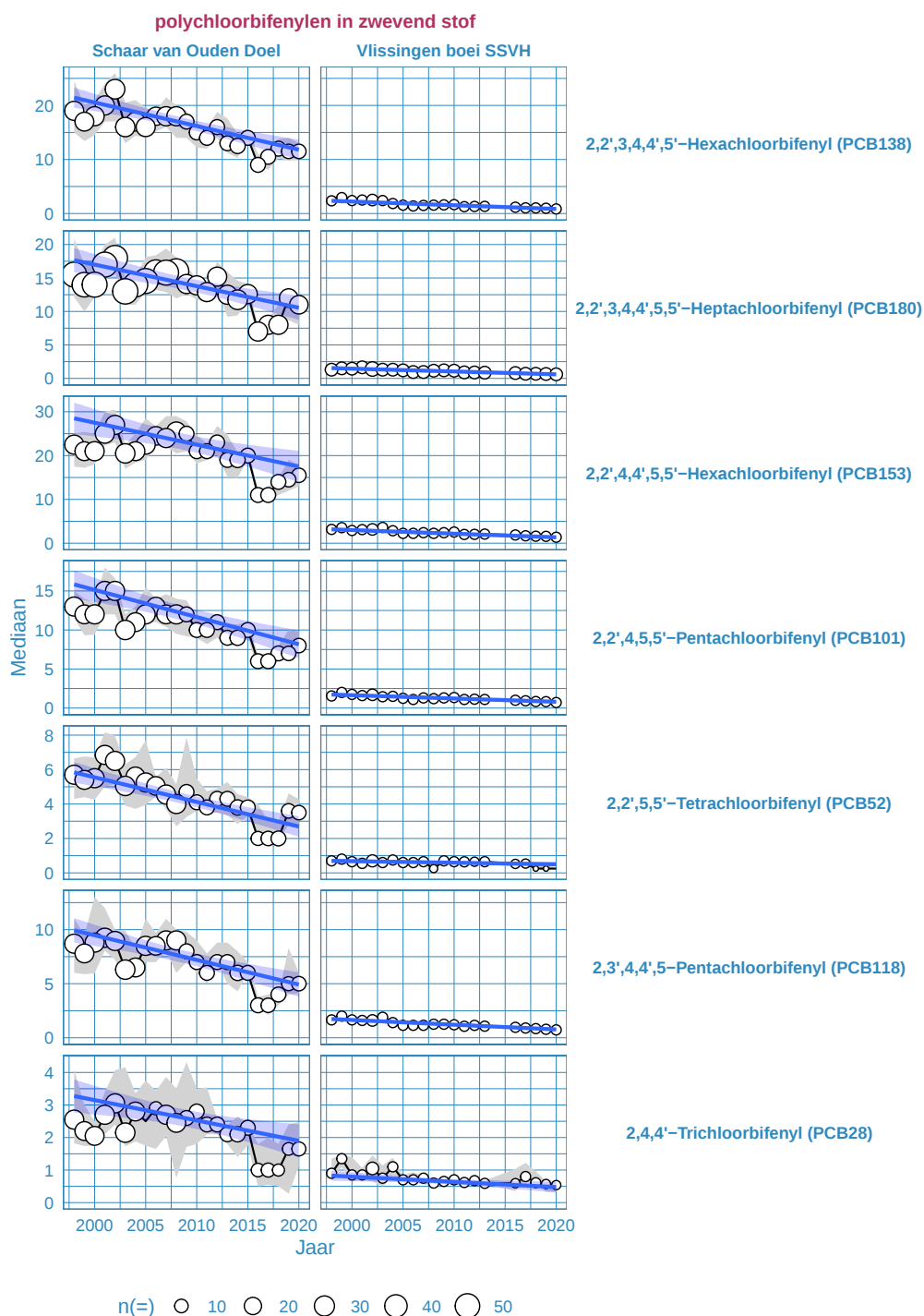
In deze paragraaf presenteren we de gemeten gehalten van de volgende PCB's in zwevende stof (Figuur 5.6):

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

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.

Voor alle PCB's geldt dat er over de hele periode een significante afname is. De concentraties zijn het hoogst bij Schaar van Ouden Doel, en de afnames zijn zoals



Figuur 5.6 Trends voor alle hier behandelde PCB's in mg/kg drooggewicht in zwevend stof.

Tabel 5.5 Jaarlijks statistiek voor PCB's in drooggewicht (ug/kg) van het zwevende stof voor station Schaar van Ouden Doel (bovenste tabel) en Vlissingen boei SSVH (onderste tabel) berekend op alle beschikbare data vanaf 2000

Parameter	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
2,2',3,4,4',5'-Hexachloorbifenyyl (PCB138)	16.00	21.00	11.00	-0.39	0
2,2',3,4,4',5,5'-Heptachloorbifenyyl (PCB180)	14.00	18.00	8.86	-0.24	0
2,2',4,4',5,5'-Hexachloorbifenyyl (PCB153)	22.00	27.00	14.00	-0.58	0
2,2',4,5,5'-Pentachloorbifenyyl (PCB101)	11.00	15.00	7.00	-0.33	0
2,2',5,5'-Tetrachloorbifenyyl (PCB52)	4.55	6.73	2.67	-0.17	0
2,3',4,4',5-Pentachloorbifenyyl (PCB118)	7.75	10.00	4.00	-0.25	0
2,4,4'-Trichloorbifenyyl (PCB28)	2.30	3.50	1.00	-0.08	0
Parameter	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
2,2',3,4,4',5'-Hexachloorbifenyyl (PCB138)	1.41	2.50	0.95	-0.06	0
2,2',3,4,4',5,5'-Heptachloorbifenyyl (PCB180)	1.00	1.50	0.65	-0.04	0
2,2',4,4',5,5'-Hexachloorbifenyyl (PCB153)	2.20	3.20	1.52	-0.08	0
2,2',4,5,5'-Pentachloorbifenyyl (PCB101)	1.20	1.76	0.79	-0.05	0
2,2',5,5'-Tetrachloorbifenyyl (PCB52)	0.60	0.80	0.25	-0.01	0
2,3',4,4',5-Pentachloorbifenyyl (PCB118)	1.17	1.70	0.81	-0.04	0
2,4,4'-Trichloorbifenyyl (PCB28)	0.70	1.14	0.51	-0.01	0

verwacht ook het sterkst bij dit station. In 2016, 2017 en soms ook 2018 zijn voor alle PCB's lagere concentraties gemeten dan verwacht op grond van de trend. De laatste twee jaar sluiten wel weer aan op de eerdere trend.

5.6 Overige stoffen

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

- Dieldrin (Figuur 5.7)
- Hexachloorbenzeen (Figuur 5.8)
- Tributyltin (Figuur 5.9)

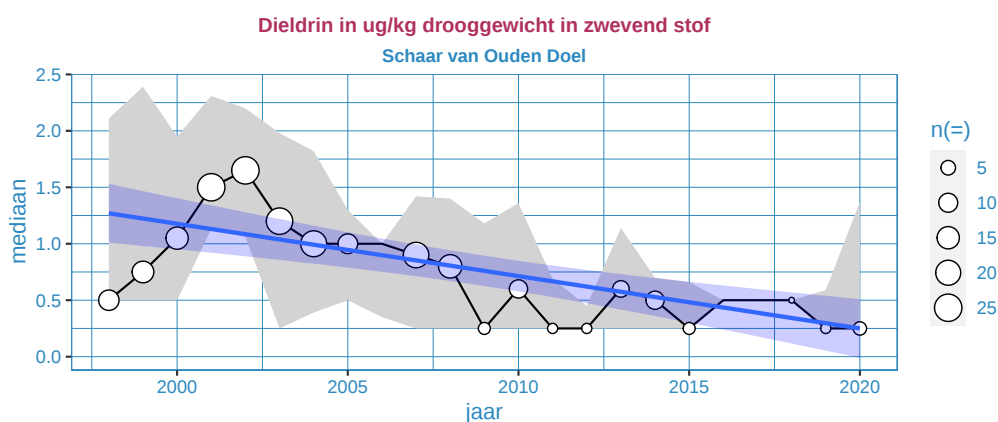
5.6.1 Dieldrin

Figuur 5.7 toont de jaarlijkse mediaan dieldrin per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2020, samen met de 10- en 90-percentiele waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 5.6 de mediane, 10- en 90-percentiele waardes per station weergegeven.

Het gehalte dieldrin wordt alleen bij Schaar van Ouden Doel bepaald en wordt beïnvloed door de detectiegrens van 0,5 mg/l, dit laten de 10-percentielen duidelijk zien. In werkelijkheid zullen de minima en medianen 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.

Tabel 5.6 Jaarlijks mediaan, 10-percentiel en 90-percentiel en de trend en p waarde van de trend van dieldrin (ug/kg) van het zwevende stof van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	0.7	1.7	0.25	-0.05	0



Figuur 5.7 Jaarlijkse mediaanwaarden, 10-percentiel en 90-percentiel van Dieldrin voor beide stations.

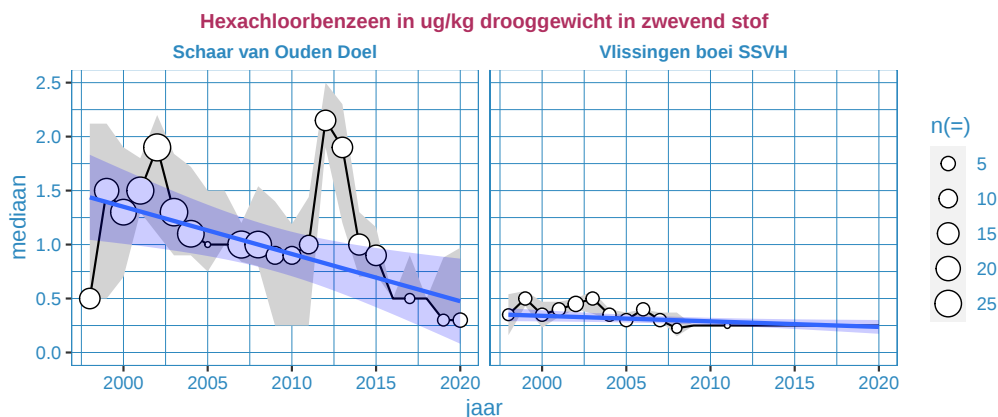
5.6.2 Hexachloorbenzeen

Figuur 5.8 toont de jaarlijkse mediaan hexachloorbenzeen per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2020, samen met de 10- en 90-percentiele waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 5.7 de mediane, 10- en 90-percentiele 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.

Tabel 5.7 Jaarlijks mediaan, 10-percentiel en 90-percentiel en de trend en p waarde van de trend van hexachloorbenzeen (ug/kg) van het zwevende stof van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	1.00	1.90	0.50	-0.044	0.002
Vlissingen boei SSVH	0.25	0.45	0.25	0.000	0.013



Figuur 5.8 Jaarlijkse mediaanwaarden, 10-percentiel en 90-percentiel van Hexachlorobenzeen voor beide stations.

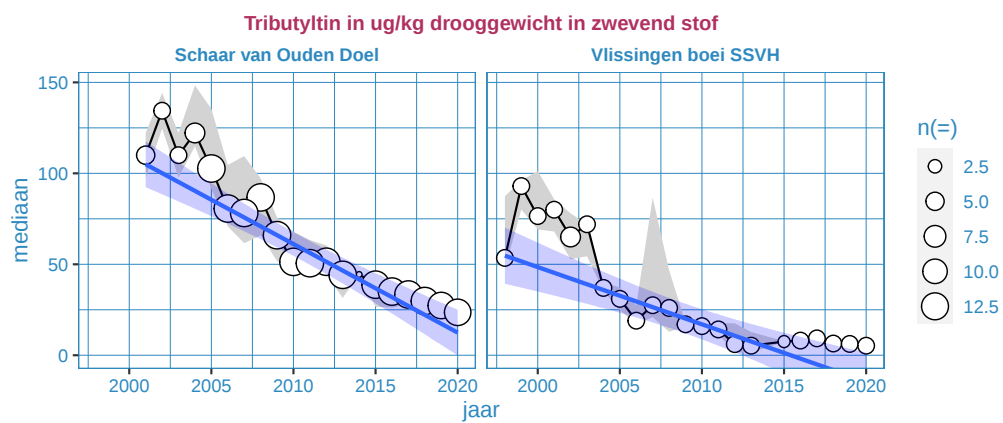
Tabel 5.8 Jaarlijks mediaan, 10-percentiel en 90-percentiel en de trend en p waarde van de trend van tributyltin (ug/kg) van het zwevende stof van de Westerschelde en de monding berekend op alle beschikbare data vanaf 1996.

Station	Mediaan	90-perc	10-perc	Trend	p
Schaar van Ouden Doel	49.6	105	26.70	-4.87	0
Vlissingen boei SSVH	15.0	72	4.49	-2.97	0

5.6.3 Tributyltin

Figuur 5.9 toont de jaarlijkse mediaan tributyltin per station voor de periode vanaf 1996 t/m 2020, samen met de 10- en 90-percentiele waarde per jaar. Daarnaast zijn in Tabel 5.8 de mediane, 10- en 90-percentiele 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 ($3 \mu\text{g/kg}$). Over de gehele dataset is er een duidelijke dalende trend van -5,2 tot -7,4 $\mu\text{g/kg}$ 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.



Figuur 5.9 Jaarlijkse mediaanwaarde, 10-percentiel en 90-percentiel van Tributyltin voor beide stations.

6 Bodem - Fysisch-chemische parameters

6.1 Informatie over de metingen

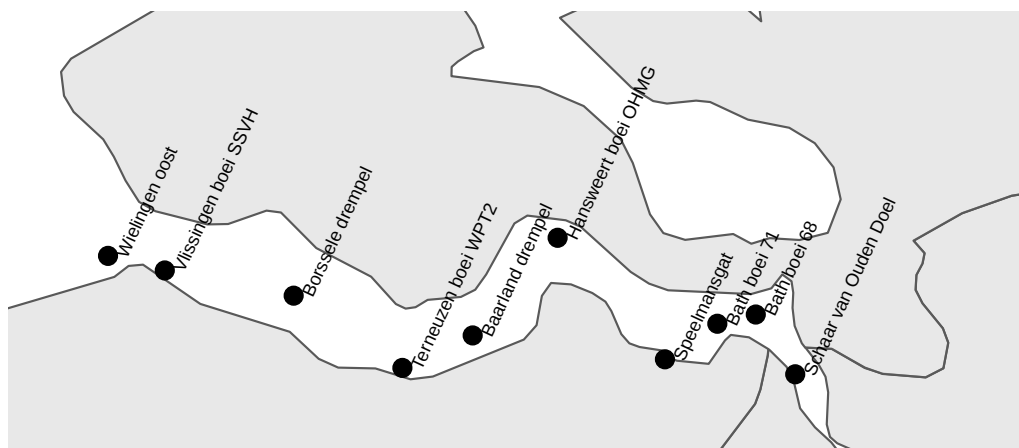
Eens in de drie jaar worden monsters genomen van het bodemmateriaal in de Westerschelde. Figuur 6.1 laat de 12 bemonsteringslocaties zien die in 2016 zijn gebruikt. De locatie Walcheren 2 km uit de kust is sinds 2010 niet meer gemeten. Resultaten van dit station zijn terug te vinden in de Eerstelijnsrapportage 2010.

6.2 Metalen

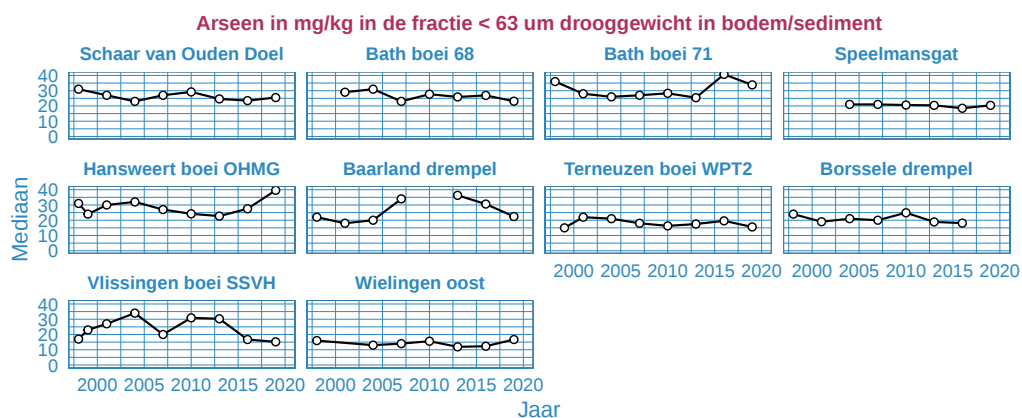
In Figuur 6.2 t/m Figuur 6.8 zijn de metalen in het bodemsediment in de Westerschelde weergegeven. Op de horizontale as zijn de stations gerangschikt van west (links) naar oost (rechts). Globaal gezien laten de meeste metalen laten op de meeste stations een afnemende trend in de tijd zien, die voor sommige 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.

6.3 Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's)

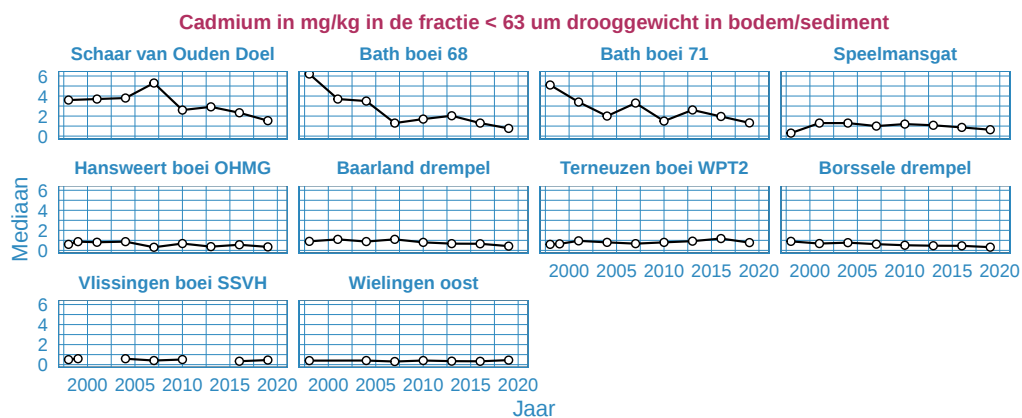
De PAK's zijn afzonderlijk weergegeven in Figuur 6.9 t/m Figuur 6.17. De PAK's zijn in hogere gehalten aanwezig richting de Vlaams-Nederlandse grens. Ook bij Hansweert boei OHMG zijn in het verleden hoge gehalten gemeten. Er is geen consistente temporele trend waar te nemen, maar de gemiddeldes liggen in de periode na 2007 over het algemeen lager dan in de periode voor 2007.



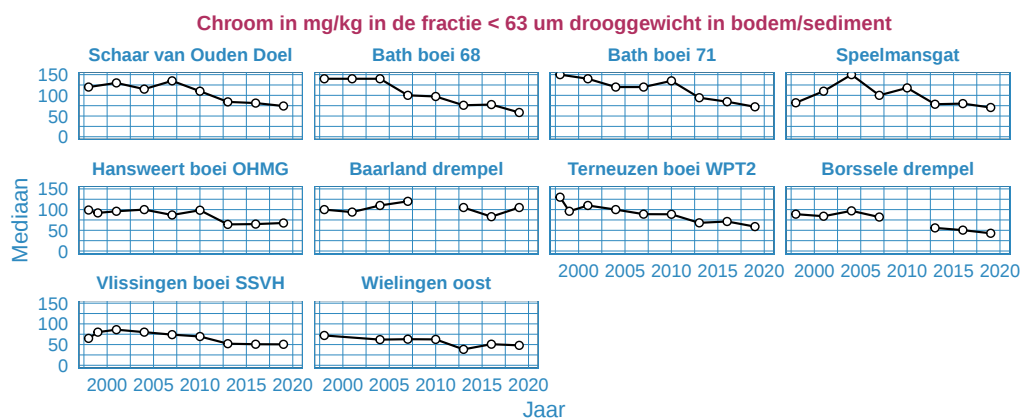
Figuur 6.1 Ligging van de meetstations voor het bodemmateriaal



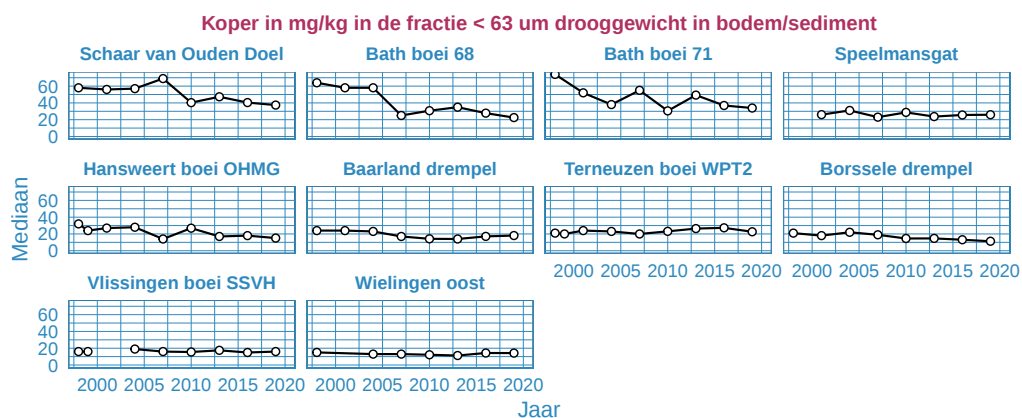
Figuur 6.2 Arseen in het bodemsediment in de Westerschelde



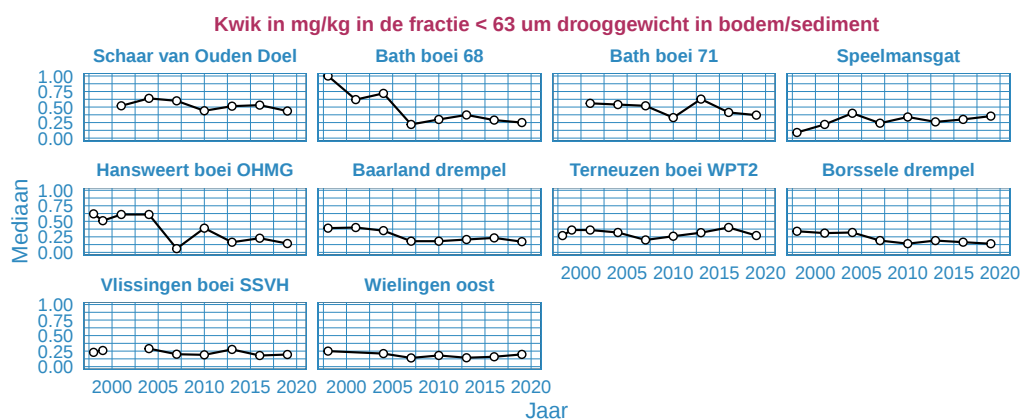
Figuur 6.3 Cadmium in het bodemsediment in de Westerschelde



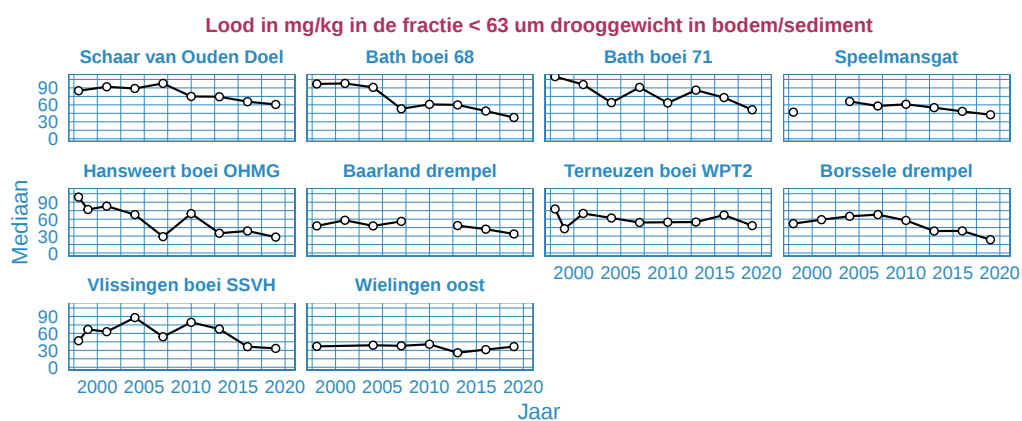
Figuur 6.4 Chroom in het bodemsediment in de Westerschelde



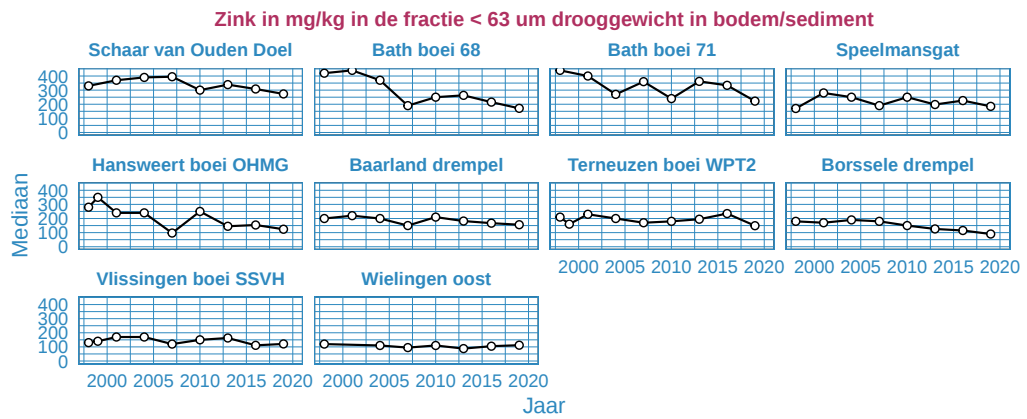
Figuur 6.5 Koper in het bodemsediment in de Westerschelde



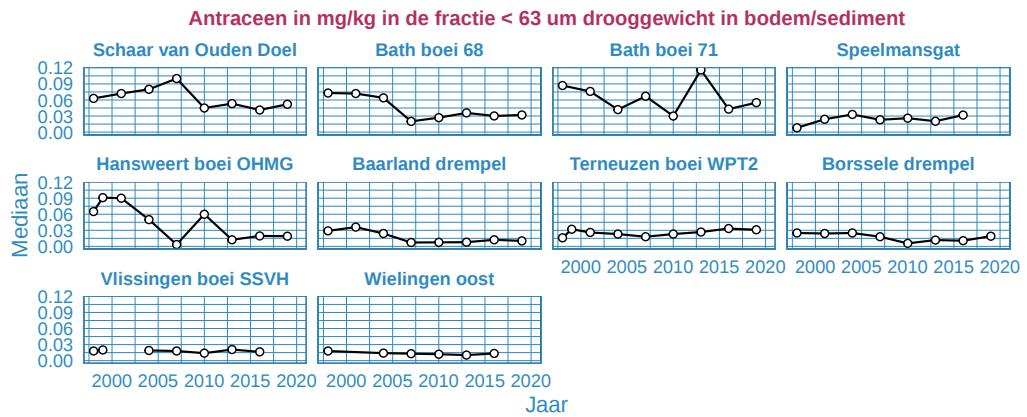
Figuur 6.6 Kwik in het bodemsediment in de Westerschelde



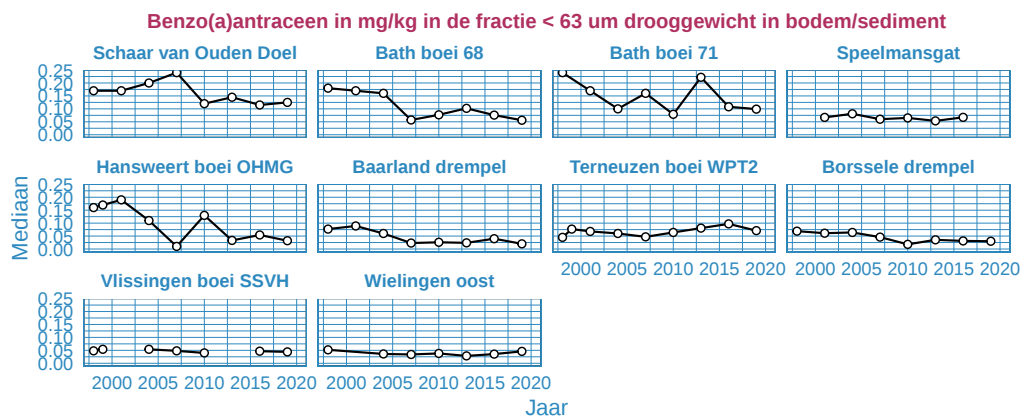
Figuur 6.7 Lood in het bodemsediment in de Westerschelde



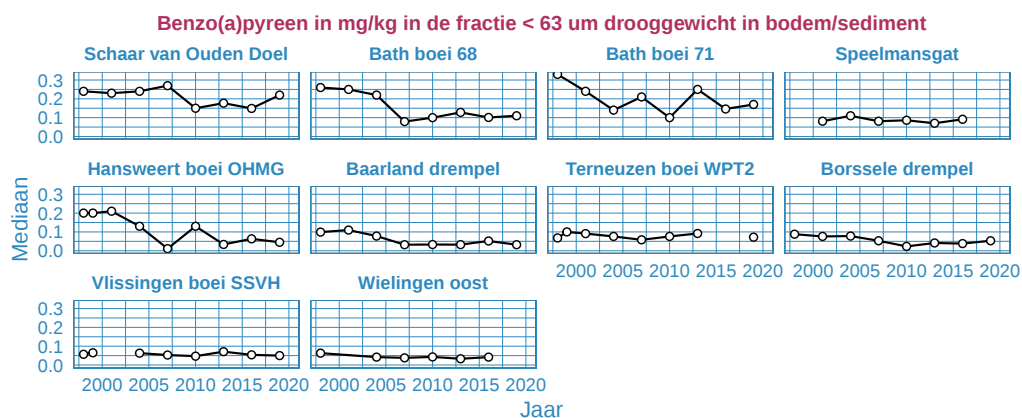
Figuur 6.8 Zink in het bodemsediment in de Westerschelde



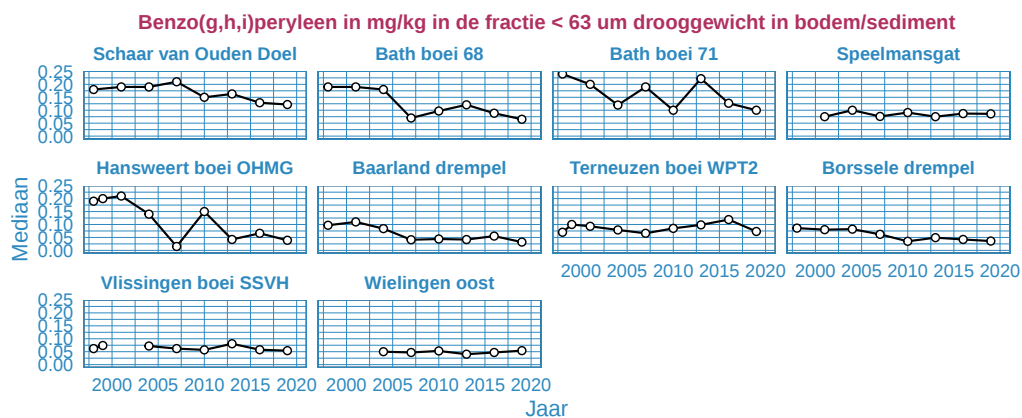
Figuur 6.9 Antracene in het bodemsediment in de Westerschelde



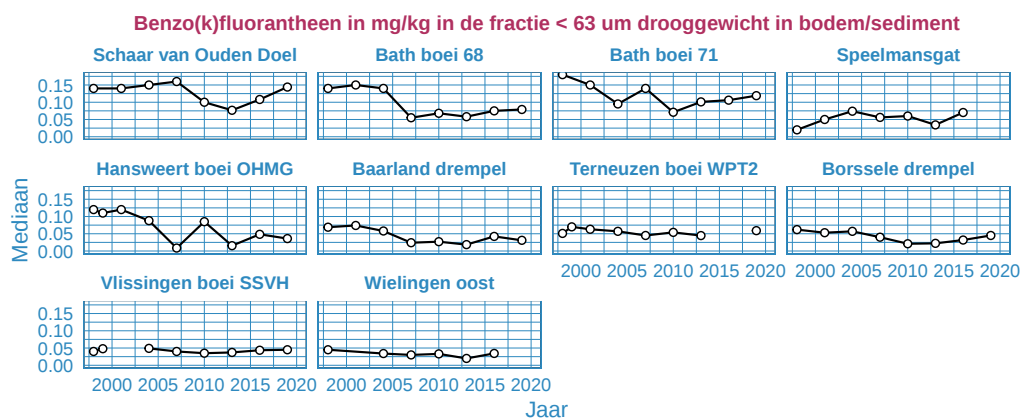
Figuur 6.10 Benzo(a)antracene in het bodemsediment in de Westerschelde



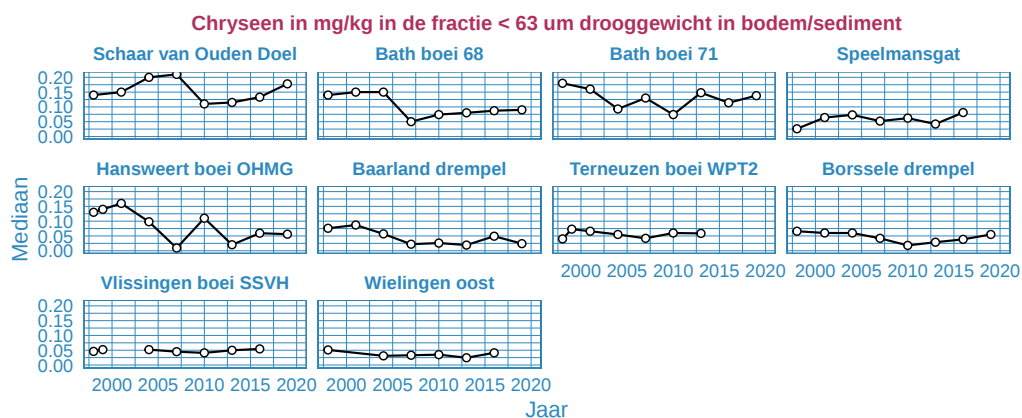
Figuur 6.11 Benzo(a)pyreen in het bodemsediment in de Westerschelde



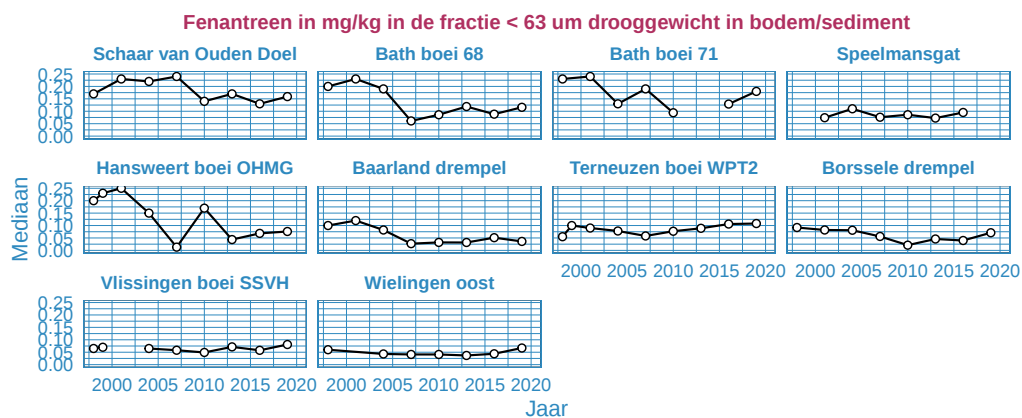
Figuur 6.12 Benzo(g,h,i)peryleen in het bodemsediment in de Westerschelde



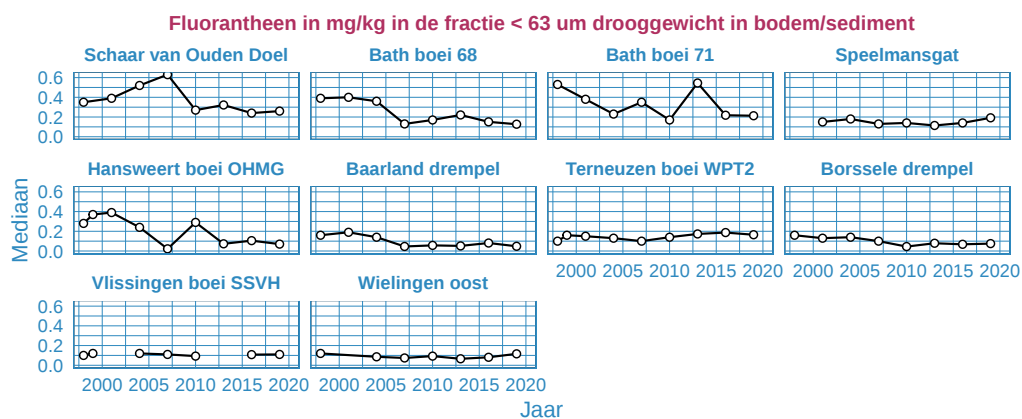
Figuur 6.13 Benzo(k)fluorantheen in het bodemsediment in de Westerschelde



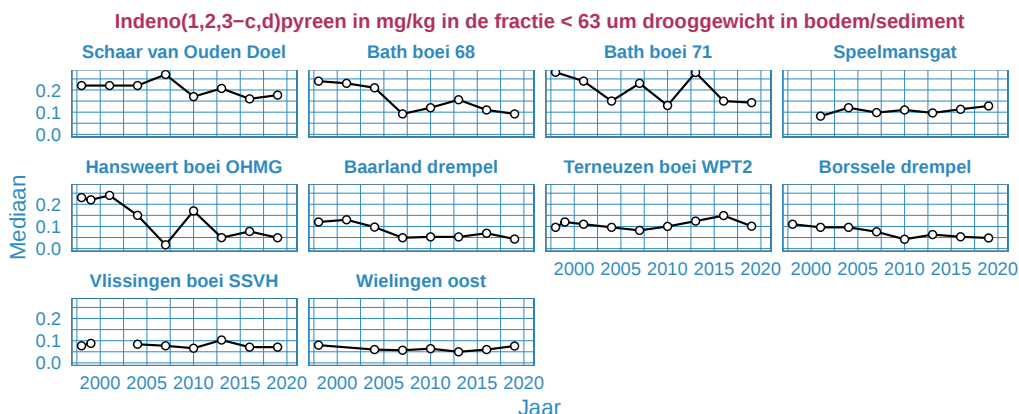
Figuur 6.14 Chryseen in het bodemsediment in de Westerschelde



Figuur 6.15 Fenanthreen in het bodemsediment in de Westerschelde



Figuur 6.16 Fluorantheen in het bodemsediment in de Westerschelde



Figuur 6.17 Indeno(1,2,3-c,d)pyreen in het bodemsediment in de Westerschelde

Tabel 6.1 Beschikbare PCB's van bovenstaande lijst in gegevens.

x
2,2',3,4,4',5,5'-Heptachloorbifenyyl (PCB180) in ug/kg in de fractie < 63 um drooggewicht in bodem/sediment
2,2',3,4,4',5'-Hexachloorbifenyyl (PCB138) in ug/kg in de fractie < 63 um drooggewicht in bodem/sediment
2,4,4'-Trichloorbifenyyl (PCB28) in ug/kg in de fractie < 63 um drooggewicht in bodem/sediment
2,2',5,5'-Tetrachloorbifenyyl (PCB52) in ug/kg in de fractie < 63 um drooggewicht in bodem/sediment

6.4 Polychloorbifenylen (PCB's)

De PCB's in het bodemsediment worden zowel afzonderlijk als gesommeerd weergegeven. In Figuur 6.18 t/m Figuur 6.21 zijn de onderstaande PCB's afzonderlijk weergegeven. In Figuur 6.22 is de sommatie van de PCB's weergegeven. De verschillende PCB's die in deze rapportage zijn gerapporteerd en gesommeerd zijn terug te vinden in tabel 6.1.

In eerdere rapportages zijn de volgende PCB's afzonderlijk en als som gepresenteerd:

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

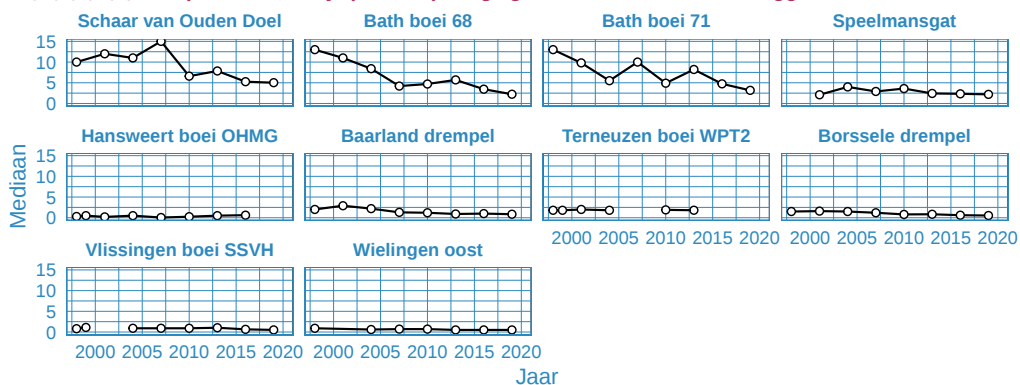
De gegevens voor PCB153 ontbreken. Deze worden mogelijk in een volgende rapportage weer aangevuld.

De gegevens voor PCB101 ontbreken. Deze worden mogelijk in een volgende rapportage weer aangevuld.

De gegevens voor PCB118 ontbreken. Deze worden mogelijk in een volgende rapportage weer aangevuld.

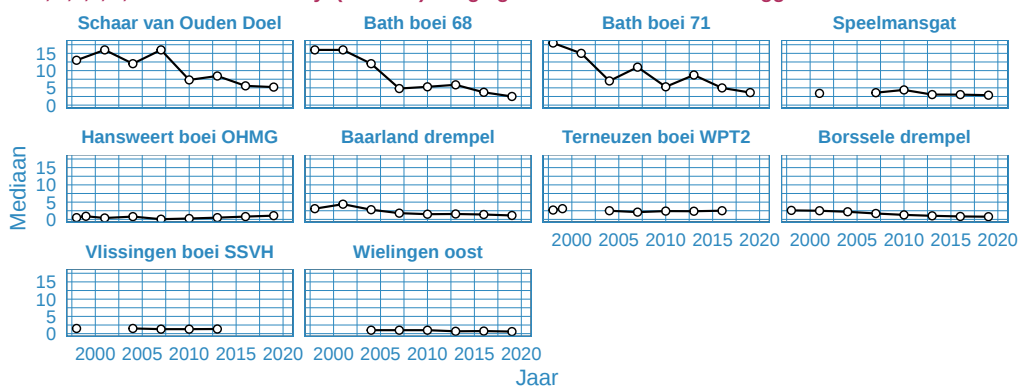
De totale hoeveelheid PCB's in het bodemsediment neemt af in de richting van de Noordzee (figuur 6.22). Met name bij de oostelijke stations Schaar van Ouden Doel, Bath boei 68 en Bath boei 71 is er een afname van totaal PCB in de tijd.

2,2',3,4,4',5,5'-Heptachloorbifenyyl (PCB180) in ug/kg in de fractie < 63 um drooggewicht in bodem/sedim



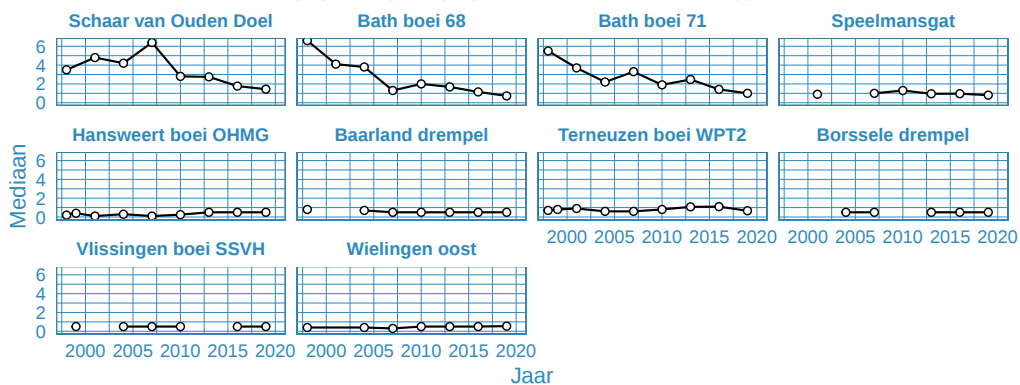
Figuur 6.18 PCB180 in het bodemsediment in de Westerschelde

2,2',3,4,4',5'-Hexachloorbifenyyl (PCB138) in ug/kg in de fractie < 63 um drooggewicht in bodem/sedime

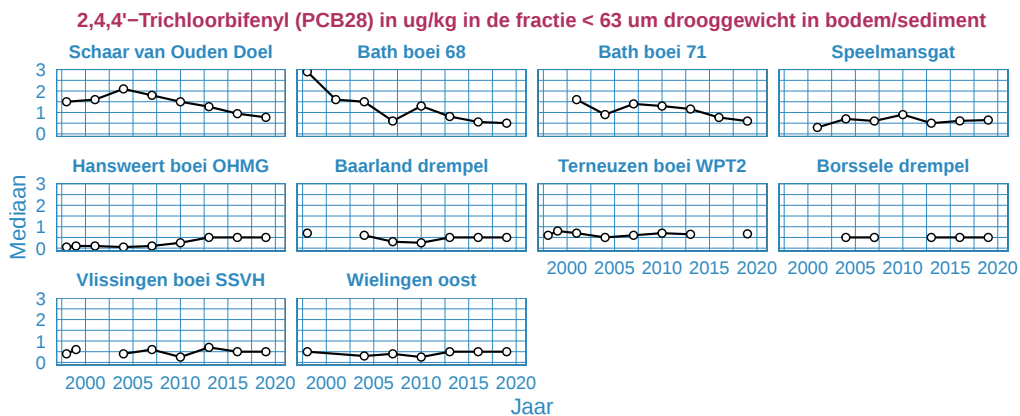


Figuur 6.19 PCB138 in het bodemsediment in de Westerschelde

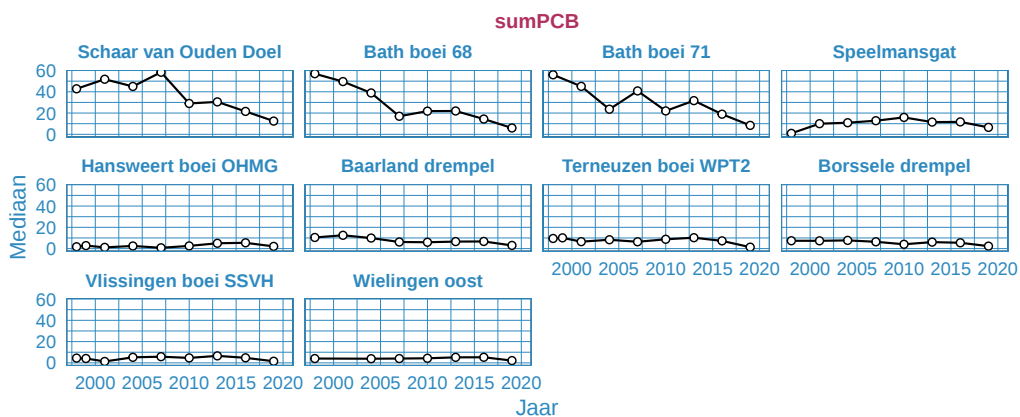
2,2',5,5'-Tetrachloorbifenyyl (PCB52) in ug/kg in de fractie < 63 um drooggewicht in bodem/sediment



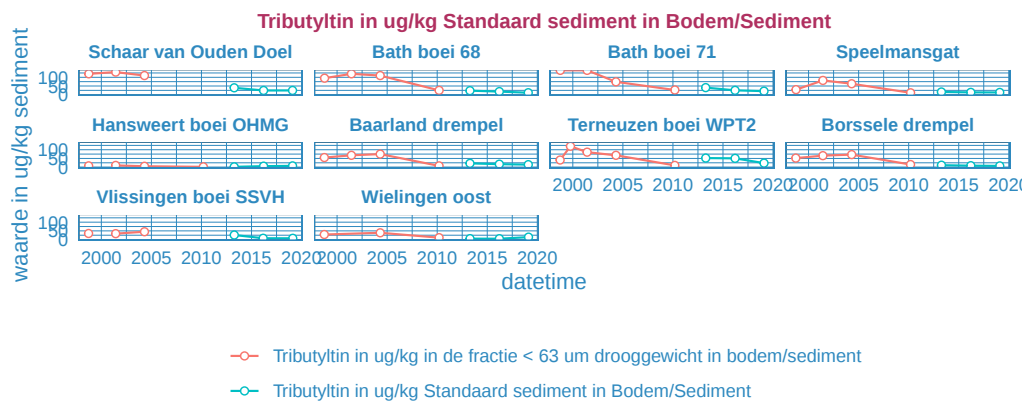
Figuur 6.20 PCB52 in het bodemsediment in de Westerschelde



Figuur 6.21 PCB28 in het bodemsediment in de Westerschelde



Figuur 6.22 Som van de PCB's in het bodemsediment in de Westerschelde. Hier is de som genomen van alle PCB's die beschikbaar zijn in de database.



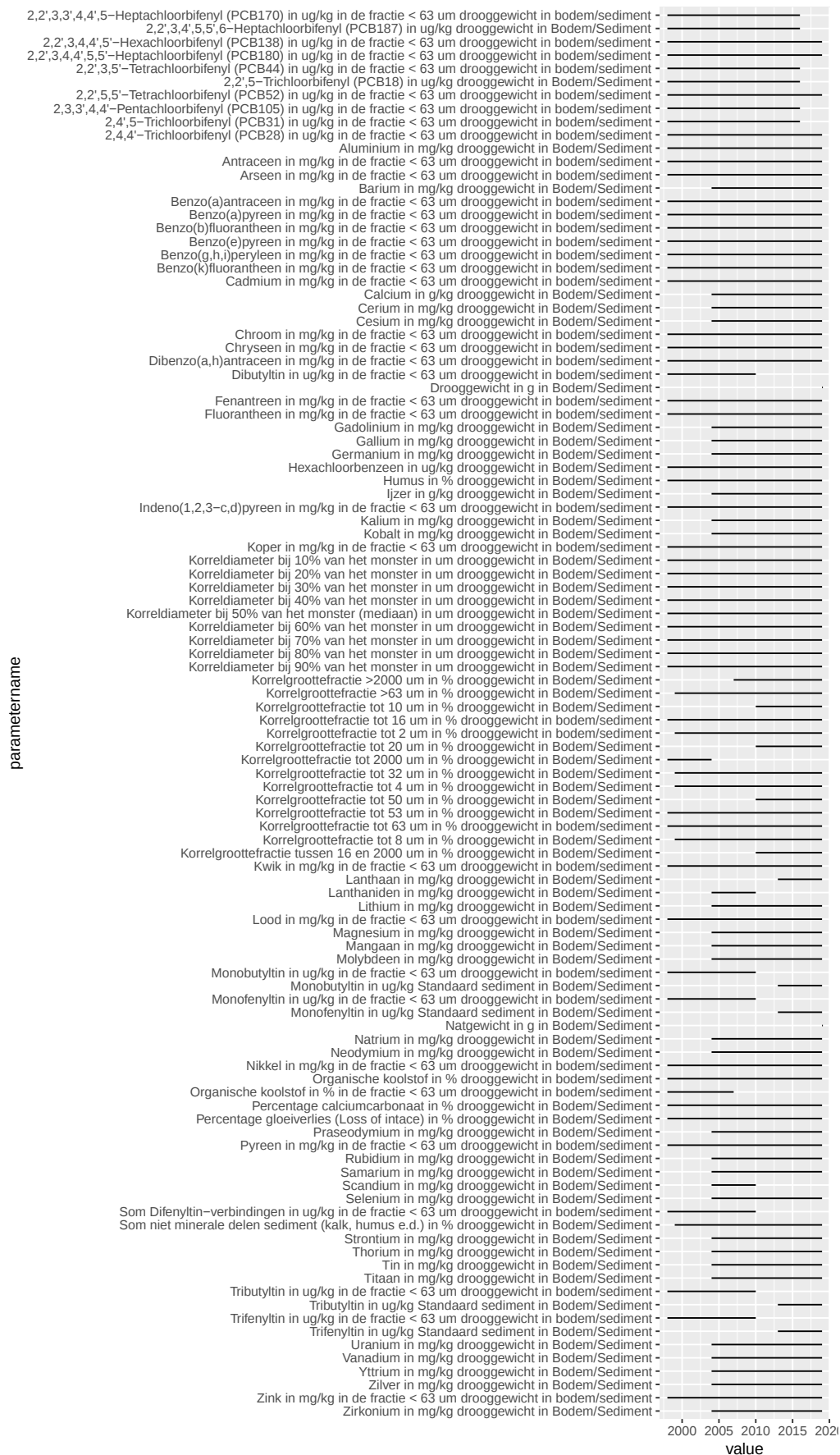
Figuur 6.23 Tributyltin in het bodemsediment in de Westerschelde

6.5 Organotinverbindingen

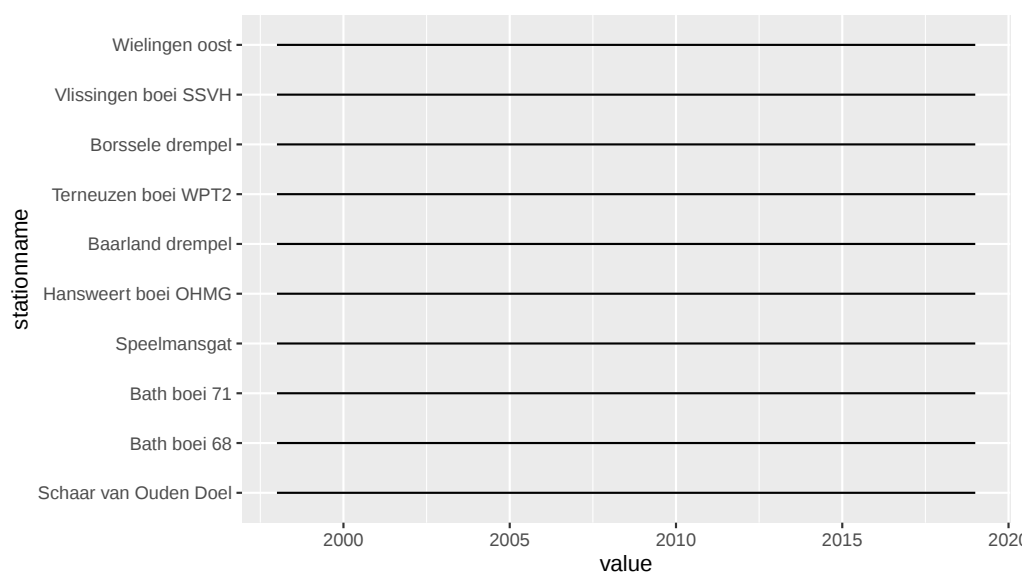
Tributyltin is de enige organotinverbinding die wordt gemeten in het bodemsediment. In Figuur 6.23 is de hoeveelheid tributyltin over de jaren weergegeven per station. De gehalten in 2010, 2013 en 2016 zijn sterk lager dan die van 2001 en 2004. Ruimtelijk gezien zijn er grote variaties. Tot en met 2010 is Tributyltin gemeten in de slibfractie van het bodemsediment, daarna in het totale sediment.

6.6 Beschikbare gegevens bodem

De algemene beschikbaarheid van data over stoffen in de bodem is te vinden als overzicht per parameter in figuur 6.24, en als overzicht per station in figuur 6.25. Voor bijzonderheden over individuele parameters per station, zie de desbetreffende paragrafen.



Figuur 6.24 Overzicht van gemeten parameters door de jaren heen.



Figuur 6.25 Overzicht van gemeten stations door de jaren heen.

7 Fytoplankton

7.1 Indeling soorten

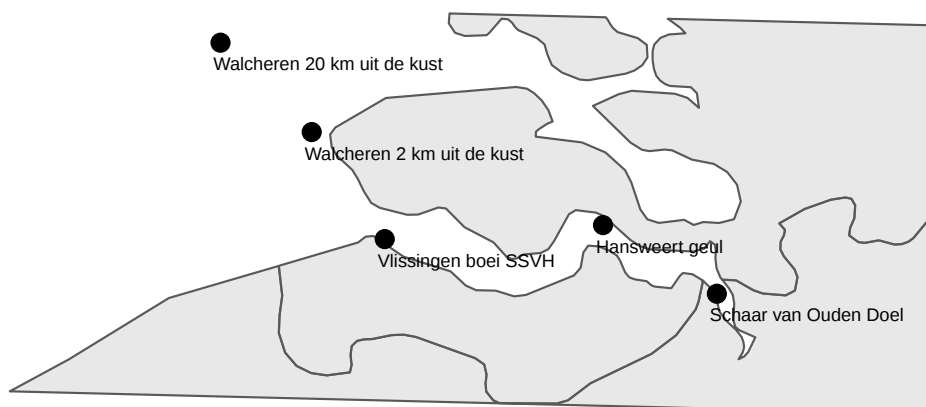
De fytoplankton gegevens bestaan uit bijna 500 verschillende soorten. Om deze toch op een compacte en zinvolle manier te kunnen presenteren en analyseren, wordt een indeling gemaakt, waarbij meerdere soorten gegroepeerd kunnen worden. In eerste instantie is een opdeling naar trofiegraad, autotroof of heterotroof, 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 7.1. Deze indeling is opgesteld door Bert Wetsteijn (RWS-WVL).

Tabel 7.1 Aantal soorten per groep en trofieniveau

groep	Autotroof	Heterotroof	Mixotroof
Blauwwieren	14	0	0
Diatomeeën	213	0	0
Dinoflagellaten	38	58	8
Groenwieren	47	0	0
Overig	28	8	2
Phaeocystis	1	0	0



Figuur 7.1 Ligging van de meetstations voor fytoplankton

7.2 Informatie over de metingen

7.2.1 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 7.1. Er zijn meetgegevens van meer dan 500 soorten fytoplankton over een periode van 1996 tot en met 2020 voor alle stations.

In eerdere rapportages zijn cel aantallen gerapporteerd als totalen per seizoen, of als maximum aantallen. Door de scheve verdeling van cel aantallen per soort over het jaar, en over de jaren, is dit veranderd naar mediane waarden per jaar of seizoen.

Alle gegevens over cel aantal zijn omgerekend naar miljoen cellen per liter (10^6 cellen/l).

7.2.2 Figuren

In de sectie 7.3 is de fractie per groep uitgezet tegen de tijd voor elk station en per seizoen.

In sectie 7.3 wordt per station de mediaan van de gesommeerde hoeveelheid algen per groep per jaar gepresenteerd. Het jaartotaal is opgedeeld in de mediaan van zomer of groeiseizoen (groen)- en wintertotalen per groep (rood). Het totaal over de zomer (groeiseizoen) bevat de mediaan van de sommatie van alle algen in de groep per meetpunt in het groeiseizoen (1 maart t/m 30 september). De punten zijn gefit met een exploratieve LOESS curve om het verloop te verduidelijken. 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 horizontale lijn toegevoegd die de mediaan waarde over de gehele periode weergeeft. Voor *Phaeocystis* zijn ook de 90-percentielwaarden over het groeiseizoen toegevoegd als losse symbolen (-). Hoewel dit geen indicator meer is in de Kaderrichtlijn water, wordt deze meegenomen als maat voor eventueel

schadelijke algenbloeien. Als kwantitatieve onderbouwing zijn ook tabellen met mediane waarde, 10-percentiel en 90-percentiel per jaar toegevoegd.

In sectie 7.5 worden dezelfde waarden gesorteerd per groep voor alle stations. Hierdoor wordt inzicht verkregen in de verhouding van de absolute hoeveelheden tussen de verschillende stations.

7.2.3 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 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 in de figuren op de volgende pagina's.

7.3 Aandeel van groepen per station

Het relatieve aandeel van de verschillende groepen laat een paar duidelijke trends zien (figuur 7.2). Allereerst, het aandeel blauwwieren is het hoogst in Schaar van Ouden Doel, en dan vooral in de winter. Deze groep komt verder alleen nog voor in Hansweert. De piek in 2010 bij Walcheren 20 km uit de kust moet gezien worden als een uitbijter.

Het aandeel diatomeeën is overal goed te zien. Het is het hoogste bij stations Vlissingen en de Walcheren stations. De aandelen zijn in de winter nog zeer hoog in deze stations, wat duidt op een goed vermogen om met laag licht en lage temperaturen om te gaan.

Het aandeel groenwieren is alleen substantieel bij Schaar van Ouden Doel, vooral in de zomer, hoewel ze bij de andere stations ook nog goed te onderscheiden zijn.

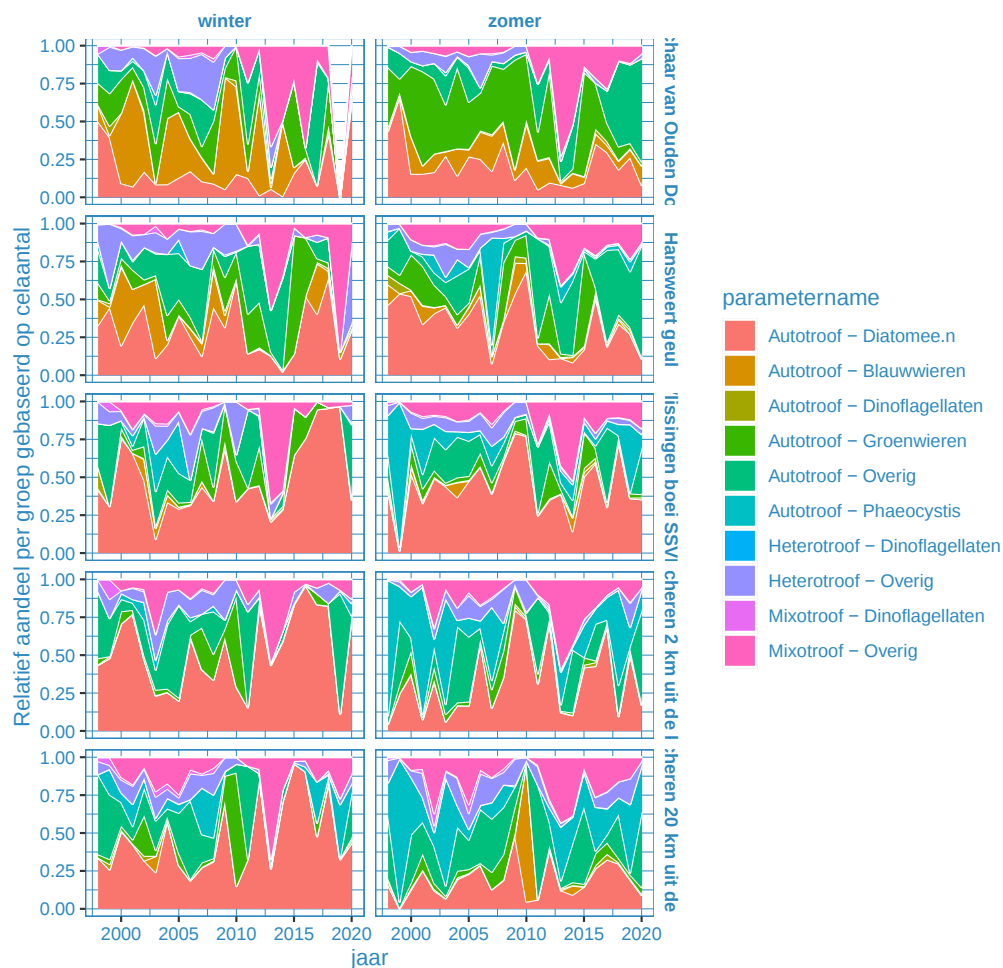
Overige autotrofen lijken de laatste jaren toe te nemen bij Schaar van Ouden Doel en Hansweert geul. Het aandeel is de laatste jaren zelfs meer dan 50% van het totale aantal.

Het aandeel autotrofe, mixotrofe en heterotrofe dinoflagellaten is op deze schaal niet zichtbaar. Het karakter van deze figuur laat alleen een lineaire schaal toe, waardoor deze groepen geheel verdwijnen.

Overige heterotrofen zijn afgenomen bij Schaar van Ouden Doel en Hansweert geul. Bij de overige stations is geen eenduidige trend zichtbaar. Er kan echter vanuit worden gegaan dat deze groep niet goed bemonsterd wordt met de huidige methode.

Phaeocystis tenslotte heeft het hoogste relatieve bij de Walcheren stations en Vlissingen. Dit bevestigt dat het een echt mariene soort is. Het aandeel varieert sterk. Phaeocystis wordt gezien als plaagalg door het schuim wat het produceert. De intensiteit hiervan hangt meer af van incidentele pieken, dan van een hoog aantal over het hele seizoen. Trends hiervan worden in de volgende paragrafen besproken.

7.4 Resultaten per station



Figuur 7.2 Het relatieve aandeel van alle groepen over de jaren voor alle stations en per seizoen. Waarden zijn gebaseerd op de mediaan van het totaal aantal cellen per groep.

Tabel 7.2 Celaantallen per jaar en groep (in $10^6/l$) en trofieniveau bij Schaar van Ouden Doel.

groepsnaam	mediaan	10-perc	90-perc
Autotroof - Blauwwieren	0.57	0.02	7.24
Autotroof - Diatomeeen	0.82	0.17	2.60
Autotroof - Dinoflagellaten	0.03	0.00	0.15
Autotroof - Groenwieren	0.77	0.07	7.31
Autotroof - Overig	0.49	0.06	4.41
Autotroof - Phaeocystis	0.01	0.00	0.21
Heterotroof - Dinoflagellaten	0.00	0.00	0.01
Heterotroof - Overig	0.27	0.01	1.63
Mixotroof - Dinoflagellaten	0.01	0.00	0.07
Mixotroof - Overig	0.51	0.07	4.07

7.4.1 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 7.2). Beide lijken wel iets af te nemen vanaf ongeveer 2013. Dit valt ongeveer samen met de stijging van de saliniteit over die periode (figuur 4.2). De aantallen zijn over het algemeen het grootst in het groeiseizoen, zo laat het kleine verschil tussen het zomertotaal en jaartotaal zien (zie Figuur 7.3), groene vergeleken met rode symbolen). Phaeocystis wordt incidenteel waargenomen bij Schaar van Ouden Doel, de saliniteit is daar te laag voor deze mariene soort. De diatomeeën zijn goed vertegenwoordigd, bijna zo veel als Blauwwieren, en zijn in het groeiseizoen meer vertegenwoordigd dan in de winter. De autotrofe Dinoflagellaten komen sinds 2005 ongeveer 10 keer minder voor dan diatomeeën, en dan vooral in het groeiseizoen. Daarvoor was de aanwezigheid van deze groep veel lager. De overige autotrofen lijken toe te nemen, maar er is veel variatie per jaar. De overige heterotrofen laten vanaf circa 2012 een toename zien, die ook terug te zien is bij de groep overige mixotrofen.

7.4.2 Hansweert geul

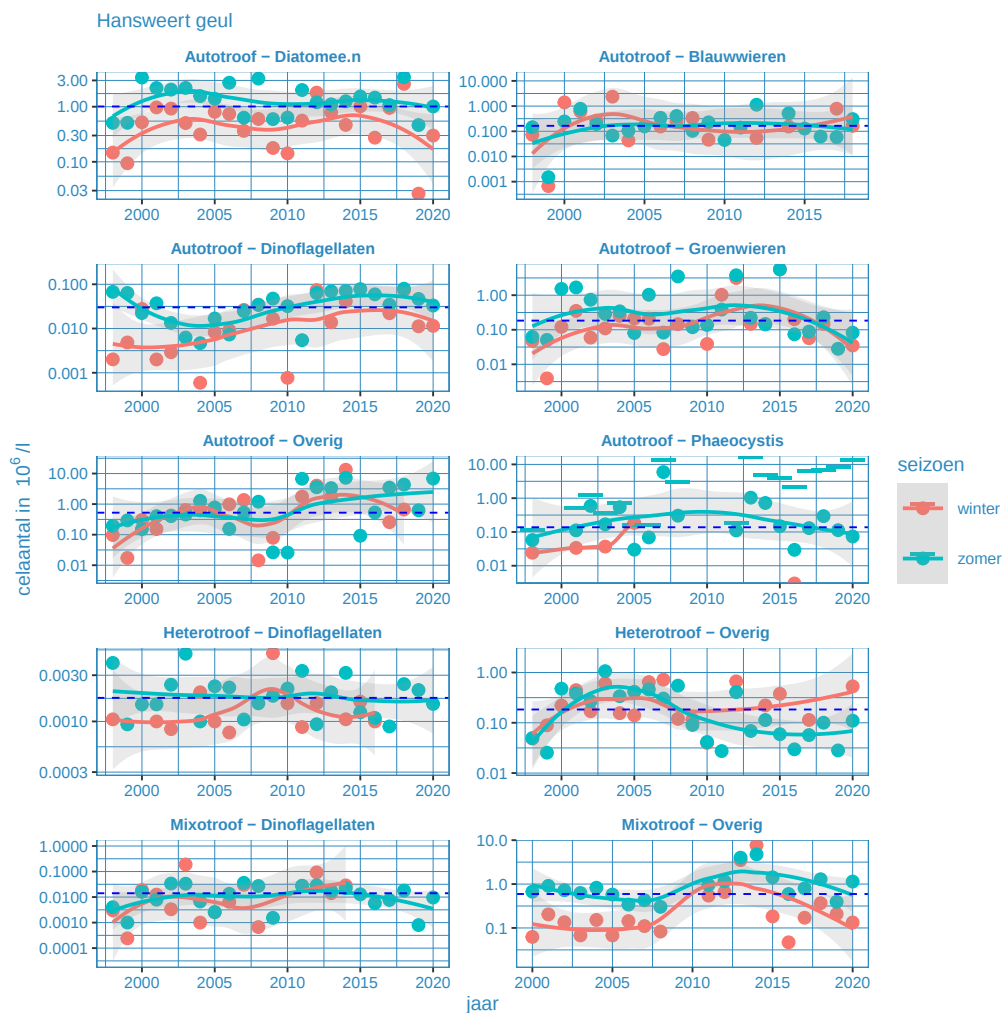
Voor de blauwwieren bij Hansweert geul zien we ongeveer hetzelfde beeld als bij Schaar van Ouden Doel, wel zijn de aantallen veel lager, zie Tabel 7.3. Ook aantallen groenwieren zijn fors lager bij Hansweert geul. De groenwieren komen vooral in het groeiseizoen voor, de blauwwieren door het jaar heen, zie Figuur 7.4. 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, alsook in 2019. Phaeocystis komt ook hier 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. Autotrofe dinoflagellaten bij Hansweert geul zijn vrij constant aanwezig over de laatste 10 jaar. De aantallen hiervan zijn ongeveer gelijk aan die bij Schaar van Ouden Doel. 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 10 jaar gemiddeld voor. Vanaf 2016 is er weer een afname. Daarvoor werden variërende aantallen gemeten. De overige heterotrofen zijn sterk toegenomen vanaf 2010.



Figuur 7.3 Jaarlijkse waarden voor fytoplankton in zomer (groen), winter (rood) en gemiddeld (blauw) voor station Schaar van Ouden Doel. De y-as representeert de mediaan over de gesommeerde waarde per groep. Voor Phaeocystis is ook de 90-percentiel waarde aangegeven (-).

Tabel 7.3 Celaantal per jaar en groep (in $10^6/l$) en trofieniveau bij Hansweert Geul.

groepsnaam	mediaan	10-perc	90-perc
Autotroof - Blauwwieren	0.16	0.02	1.97
Autotroof - Diatomee.n	1.01	0.20	3.79
Autotroof - Dinoflagellaten	0.03	0.00	0.14
Autotroof - Groenwieren	0.18	0.03	4.27
Autotroof - Overig	0.52	0.04	6.11
Autotroof - Phaeocystis	0.14	0.02	4.28
Heterotroof - Dinoflagellaten	0.00	0.00	0.01
Heterotroof - Overig	0.18	0.02	1.21
Mixotroof - Dinoflagellaten	0.01	0.00	0.08
Mixotroof - Overig	0.59	0.07	2.97



Figuur 7.4 Jaarlijkse waarden voor fytoplankton in zomer (groen), winter (rood) en gemiddeld (blauw) voor station Hansweert geul. De y-as representeert de mediaan over de gesommeerde waarde per groep.

Tabel 7.4 Celaantallen per jaar en groep (in 10⁶/l) en trofieniveau bij Vlissingen Boei SSVH.

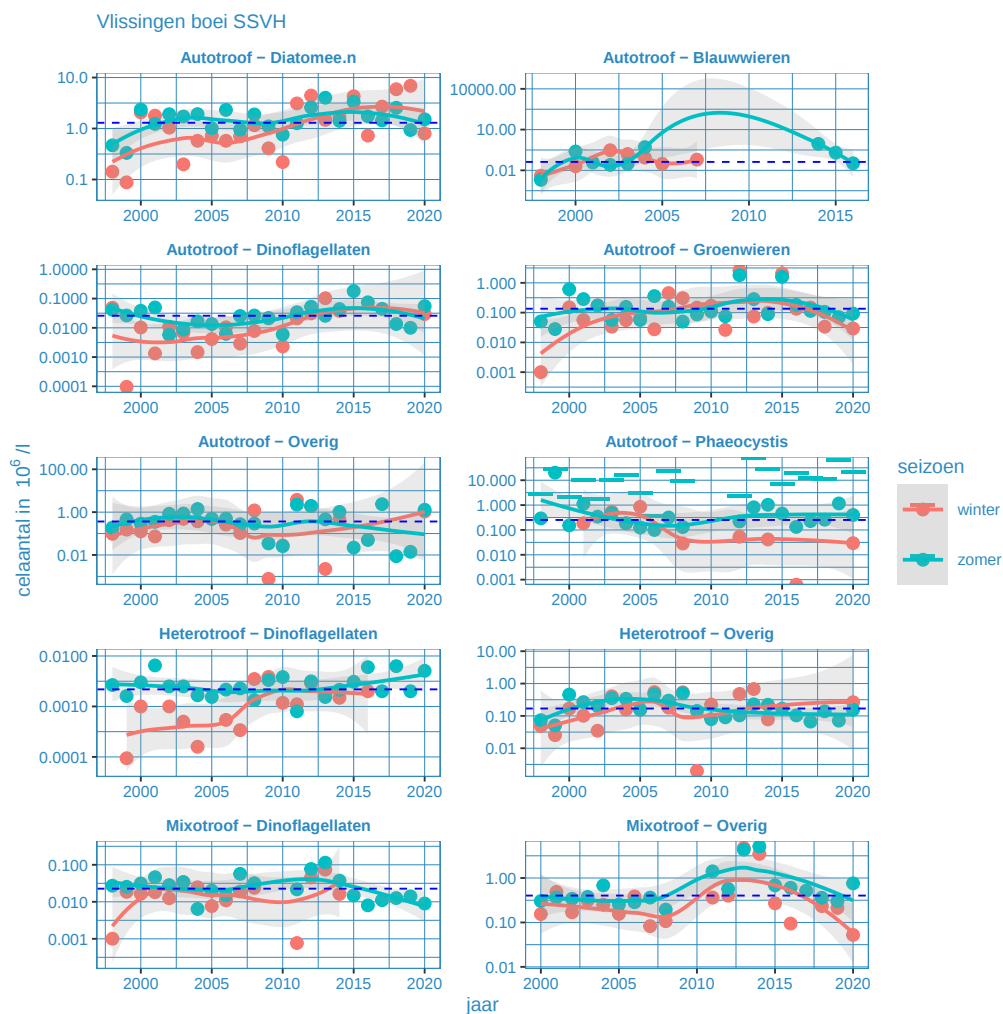
groepsnaam	mediaan	10-perc	90-perc
Autotroof - Blauwwieren	0.04	0.00	0.61
Autotroof - Diatomeeen	1.30	0.25	5.54
Autotroof - Dinoflagellaten	0.03	0.00	0.13
Autotroof - Groenwieren	0.14	0.02	1.25
Autotroof - Overig	0.37	0.03	2.76
Autotroof - Phaeocystis	0.25	0.03	11.05
Heterotroof - Dinoflagellaten	0.00	0.00	0.01
Heterotroof - Overig	0.17	0.03	0.73
Mixotroof - Dinoflagellaten	0.02	0.00	0.11
Mixotroof - Overig	0.40	0.08	2.52

7.4.3 Vlissingen boei SSVH

Bij Vlissingen boei SSVH komen blauwwieren en groenwieren in veel kleinere hoeveelheden voor dan bij de stations meer stroomopwaarts, zie Tabel 7.4. Blauwwieren zijn zelfs lang niet alle jaren aanwezig, zie Figuur 7.5. De diatomeeën variëren van jaar tot jaar en komen in het groeiseizoen meestal in hogere aantallen 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 het groeiseizoen 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 overige autotrofen is erg variabel. Overige mixotrofen zijn iets verhoogd in de jaren 2011-2014, maar tegenwoordig zijn de aantallen weer iets lager.

7.4.4 Walcheren 2 km uit de kust

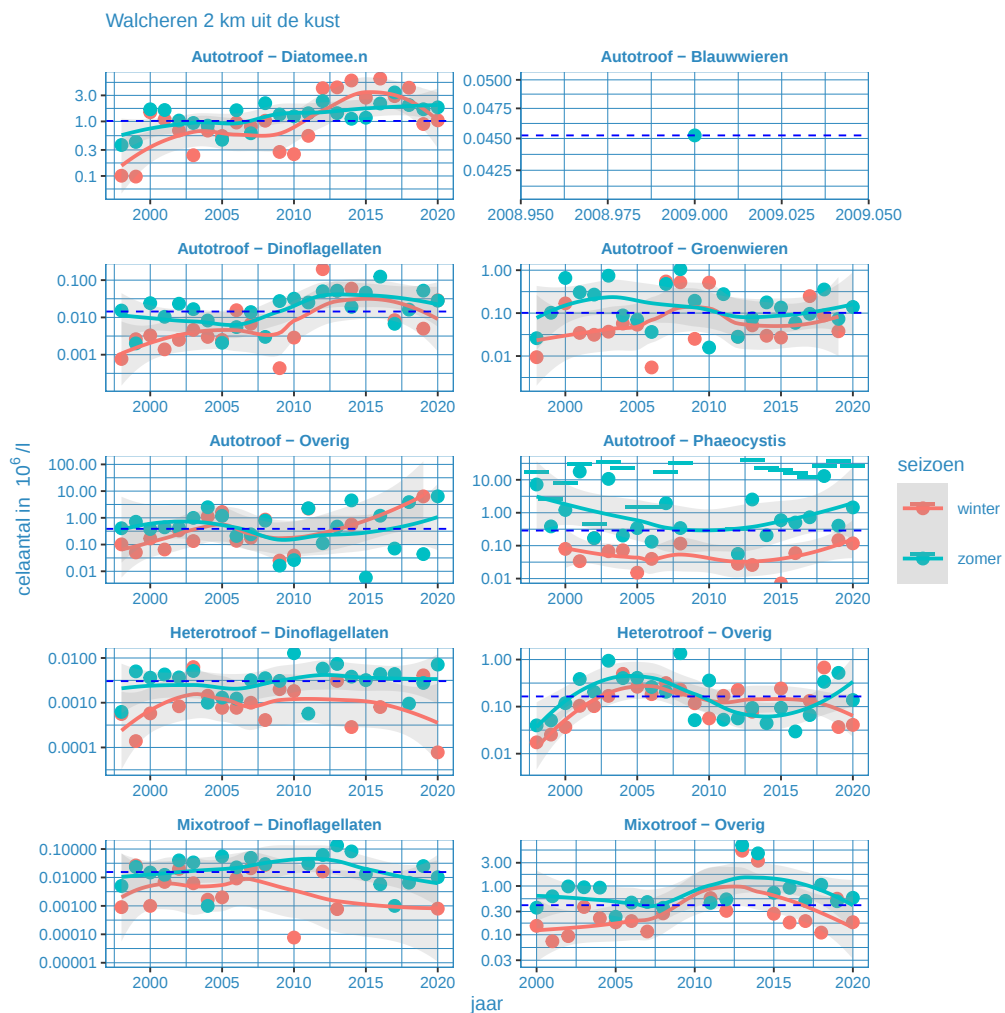
Qua aantallen zitten er niet hele grote verschillen tussen de fytoplankton waarden bij Vlissingen boei SSVH en Walcheren 2 km uit de kust, zie Tabel 7.5. Blauwwieren komen hier niet meer voor. Groenwieren vertonen in enkele jaren een hoge waarde (tot 1 miljoen/l), voornamelijk in de zomerperiode (Figuur 7.6) maar liggen de laatste jaren daar ver onder. De diatomeeën tonen van 2012-2018 hogere waarden (tot bijna 10 miljoen/l), maar de laatste jaren weer iets minder. Phaeocystis komt hier meer voor dan bij Hansweert geul en Schaar van Ouden Doel, omdat het een mariene groep is. Er is een periode zonder voorkomen maar de aantallen kunnen sterk variëren van jaar tot jaar zonder een aanwijsbare trend. Het 90-percentiel over het groeiseizoen ligt vaak boven de 10 miljoen/l. Heterotrofe dinoflagellaten komen redelijk constant over de tijd voor. Voor dinoflagellaten waarvan de trofiegraad mixotroof is, is in 2013 een grote piek te zien. Tegenwoordig zijn deze waarden weer veel lager. De groep 'autotroof overig' lijkt de laatste jaren toe te nemen, hoewel de variatie groot is. De groep 'heterotroof overig' is afgenomen na 2008, maar is in 2018 en 2019 weer met een hogere hoeveelheid gemeten. De groep 'overig' met mixotrofe trofiegraad was hoog in 2013 en 2014.



Figuur 7.5 Jaarlijkse waarden voor fytoplankton in zomer (groen), winter (rood) en gemiddeld (blauw) voor station Vlissingen boei SSVH. De y-as representeert de mediaan over de gesommeerde waarde per groep.

Tabel 7.5 Celaantallen per jaar en groep (in $10^6/l$) en trofieniveau bij Walcheren 2 km uit de kust.

groepsnaam	mediaan	10-perc	90-perc
Autotroof - Blauwwieren	0.05	0.05	0.05
Autotroof - Diatomee.n	1.02	0.14	3.68
Autotroof - Dinoflagellaten	0.01	0.00	0.08
Autotroof - Groenwieren	0.10	0.01	0.78
Autotroof - Overig	0.39	0.03	3.01
Autotroof - Phaeocystis	0.29	0.03	17.76
Heterotroof - Dinoflagellaten	0.00	0.00	0.02
Heterotroof - Overig	0.16	0.03	0.99
Mixotroof - Dinoflagellaten	0.02	0.00	0.11
Mixotroof - Overig	0.40	0.07	3.41



Figuur 7.6 Jaarlijkse waarden voor fytoplankton in zomer (groen), winter (rood) en gemiddeld (blauw) voor station Walcheren 2km uit de kust. De y-as representeert de mediaan over de gesommeerde waarde per groep.

Tabel 7.6 Celaantallen per jaar en groep (in $10^6/l$) en trofieniveau bij Walcheren 20 km uit de kust.

groepsnaam	mediaan	10-perc	90-perc
Autotroof - Blauwwieren	0.29	0.03	5.86
Autotroof - Diatomeeën	0.37	0.05	1.49
Autotroof - Dinoflagellaten	0.01	0.00	0.08
Autotroof - Groenwieren	0.05	0.01	0.36
Autotroof - Overig	0.20	0.02	2.55
Autotroof - Phaeocystis	0.20	0.02	12.31
Heterotroof - Dinoflagellaten	0.00	0.00	0.01
Heterotroof - Overig	0.11	0.02	0.67
Mixotroof - Dinoflagellaten	0.02	0.00	0.13
Mixotroof - Overig	0.22	0.03	2.08

7.4.5 Walcheren 20 km uit de kust

Bij Walcheren 20 km uit de kust komen minder hoge fytoplanktonaantallen voor dan bij de andere stations, zie Tabel 7.6. De blauwwieren komen hier niet meer voor. Groenwieren komen vrij constant in lage aantallen voor (Figuur 7.7). Voor de diatomeeën zien we vanaf 2012 iets verhoogde aantallen. Opvallend is ook dat ze in de jaren 2012-2016 hoger zijn in de winter dan in het groeiseizoen. Phaeocystis is van 2009-2011 niet waargenomen, maar sinds 2012 wel weer. In 2018 en 2019 is een flink hoger aantal Phaeocystis gemeten (90-percentiel) dan in de voorgaande jaren. De autotrofe dinoflagellaten zijn sinds 2013 flink toegenomen ten opzichte van de jaren daarvoor. De overige autotrofen komen verder ook in min of meer constante hoeveelheden voor.

7.5 Resultaten per groep

7.5.1 Autotroof - Blauwwieren

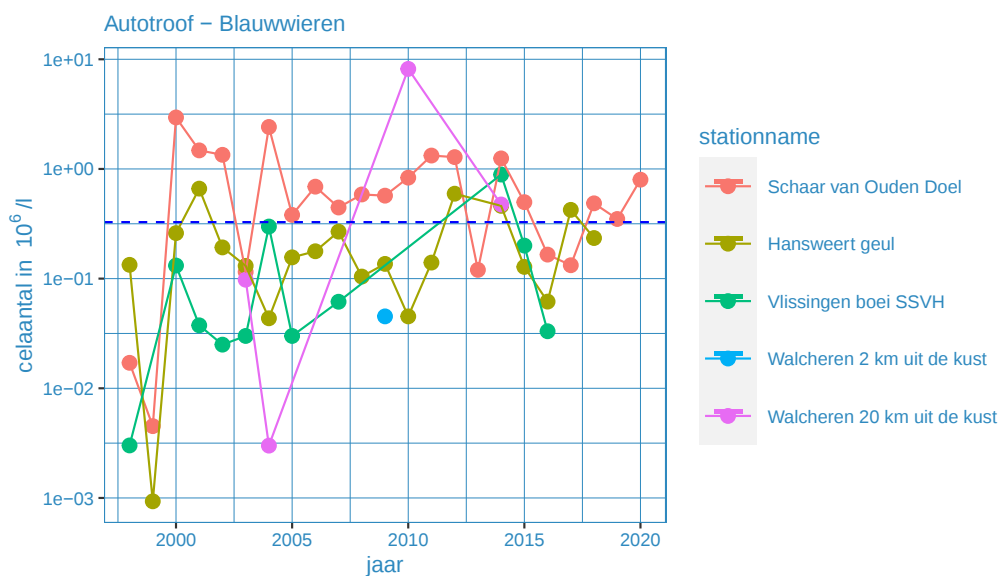
In Figuur 7.8 is de ontwikkeling van de blauwwieren (autotroof) over de tijd voor alle stations weergegeven. De hoeveelheid gevonden blauwwieren kent een sterke fluctuatie over de tijd. Voor 2000 werd een stuk minder gevonden als gevolg van een andere analyse methode. Vervolgens worden er zeer hoge waarden (1- 10 miljoen/l) gevonden, vooral bij station Schaar van Ouden Doel, tussen 2000-2004. Vandaag de dag is dit een minimaal een factor 10 lager, met erg lage waarden in 2016 en 2017. Blauwwieren, met vooral zoetwatersoorten, worden voornamelijk gevonden bij station Hansweert geul en Schaar van de Ouden Doel. Er lijkt sinds 2013 een dalende trend te zijn ingezet.

7.5.2 Autotroof - Diatomeeën

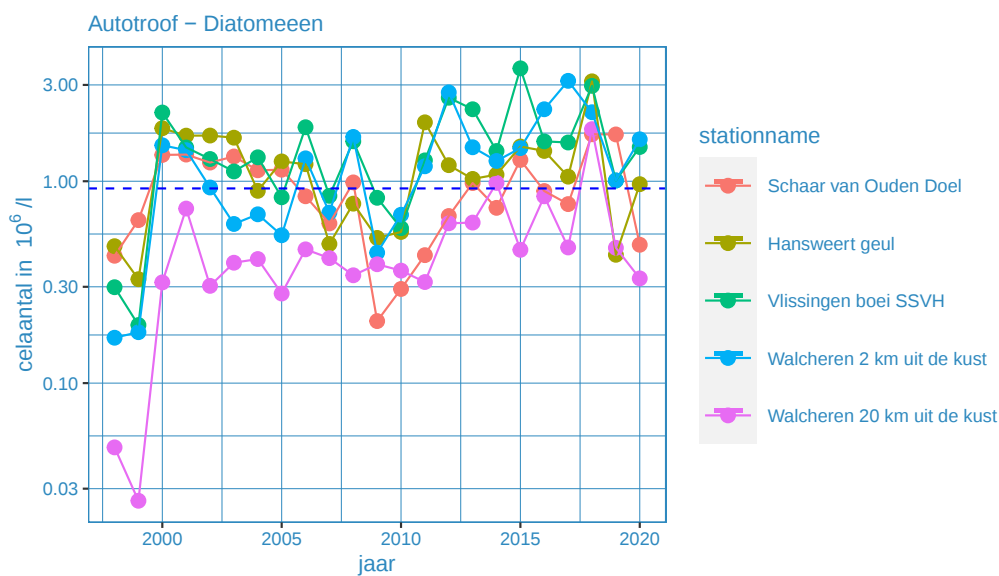
In Figuur 7.9 is de ontwikkeling van de diatomeeën (autotroof) over de tijd voor alle stations weergegeven. Diatomeeën komen tegenwoordig het meest voor bij Vlissingen en in de periode 2000-2005 het meest bij Hansweert geul. Het lijkt er op dat de hoge waarden (> 50M per L) in de periode 2000-2005 tijdelijk waren. Vanaf 2010 is er echter ook een opgaande trend. De opgaande trend wordt de laatste jaren niet doorgetrokken.



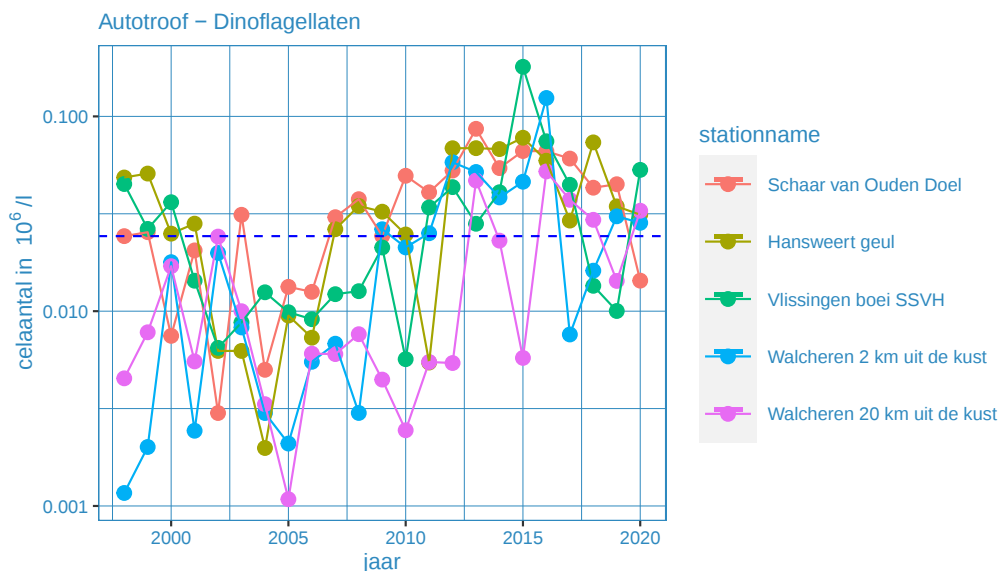
Figuur 7.7 Jaarlijkse waarden voor fytoplankton in zomer (groen), winter (rood) en gemiddeld (blauw) voor station Walcheren 20km uit de kust. De y-as representeert de mediaan van de som van de celaantallen per meetpunt en jaar. Omgekeerde driehoeken indiceren het 90-percentiel voor Phaeocystis in het groeiseizoen.



Figuur 7.8 Jaarlijkse waarden voor fytoplankton (autotroof - blauwwieren) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.



Figuur 7.9 Jaarlijkse waarden voor fytoplankton (autotroof - diatomeeën) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.



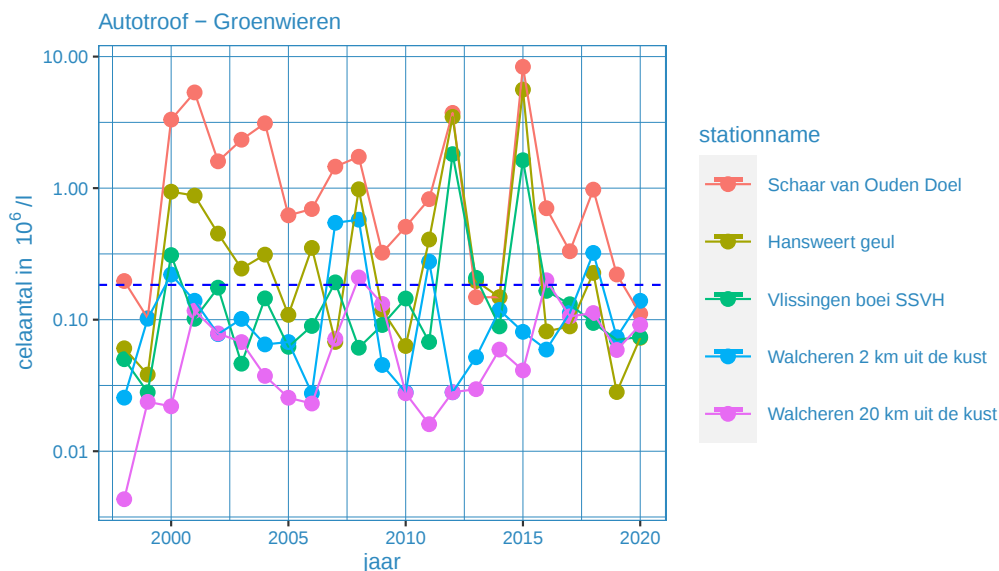
Figuur 7.10 Jaarlijkse waarden voor fytoplankton (autotroof - dinoflagellaten) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.

7.5.3 Autotroof - Dinoflagellaten

In Figuur 7.10 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 7.2.3. Voor 2005 werden de hoogste waarden gevonden in Hansweert geul en Vlissingen. De hoogste waarde is gevonden in 2012 bij Hansweert geul. Na 2005 worden hoge waarden ook gevonden bij Schaar van Ouden Doel. In 2016 worden er weer opvallend hoge waarden gevonden bij Hansweert geul, Schaar van Ouden Doel en Vlissingen. In 2017 en 2018 zijn deze waarden 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.

7.5.4 Autotroof - Groenwieren

In Figuur 7.11 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.



Figuur 7.11 Jaarlijkse waarden voor fytoplankton (autotroof - groenwieren) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.

7.5.5 Autotroof - Phaeocystis

In Figuur 7.12 is de ontwikkeling van de phaeocystis (autotroof) over de tijd voor alle stations weergegeven. De punten en lijnen vertegenwoordigen de mediaan over het jaar, en de streepjes het 90-percentiel over het groeiseizoen. Deze laatste is een maat voor het voorkomen van incidenteel hoge pieken van deze soort, waardoor soms een lastige schuimlaag gevormd wordt.

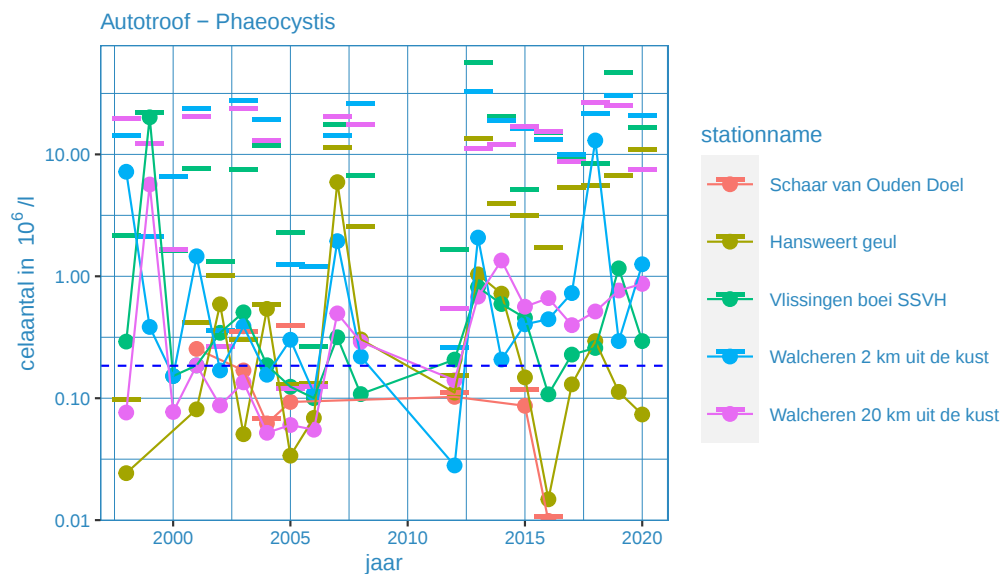
Phaeocystis wordt voornamelijk nabij de kust gevonden (Vlissingen & Walcheren) en kende in 2013 en 2019 een grote piek bij Vlissingen. Voor het station Schaar van Ouden Doel wordt er niet tot nauwelijks phaeocystis gevonden. Vanaf 2016 neemt het aantal in Hansweert geul weer toe. Bij Walcheren 2 km en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

7.5.6 Autotroof - overig

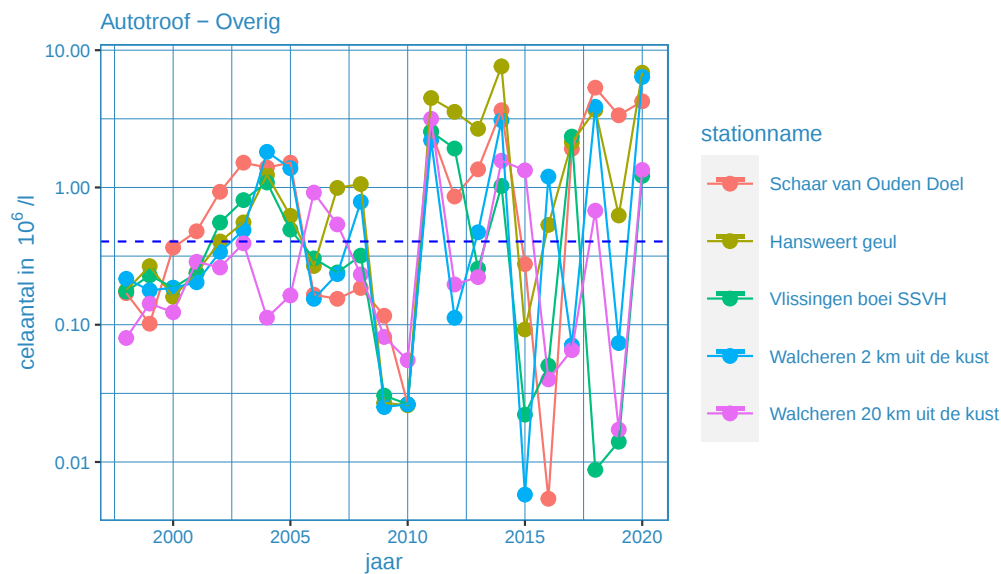
In Figuur 7.13 is de ontwikkeling van de overige autotroof fytoplankton over de tijd voor alle stations weergegeven. Van 2000 tot 2010 lijkt er eerst een stijgende, en daarna een dalende trend te zijn. Het is opvallend dat na 2010 de jaarlijkse variatie veel groter is geworden. Dit zou te maken kunnen hebben met de identificatie, naamgeving of klassificering, maar dit is nog niet uitgezocht. van 2011 - 2014 worden grote hoeveelheden gevonden bij stations Hansweert Geul en Schaar van de Ouden Doel. De laatste jaren zijn deze hoge aantallen nog wel te vinden bij Schaar van Ouden Doel en in 2020 ook bij andere station.

7.5.7 Heterotroof - Dinoflagellaten

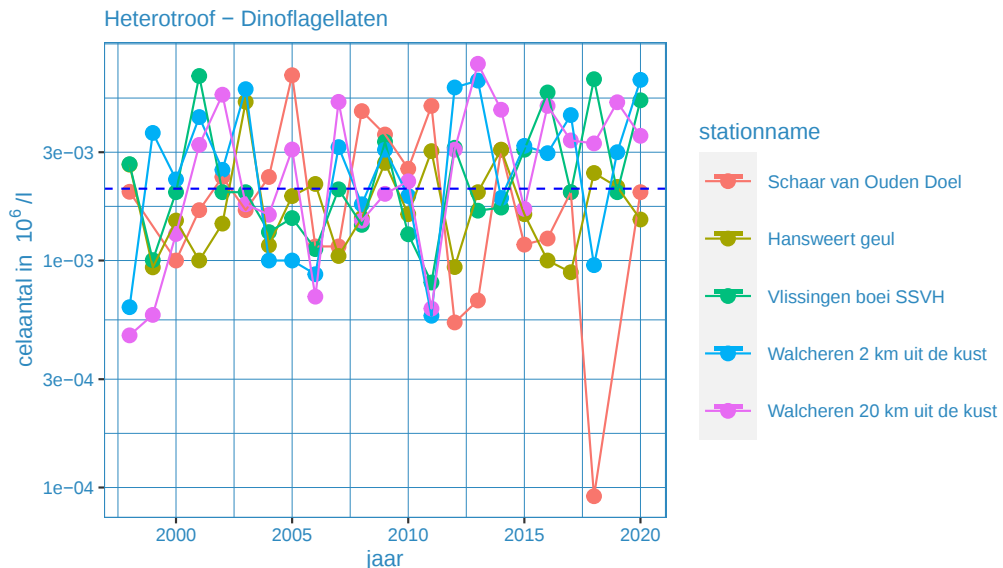
In Figuur 7.14 is de ontwikkeling van de dinoflagellaten (heterotroof) over de tijd voor alle stations weergegeven. De hoeveelheid dinoflagellaten (heterotroof) zijn relatief laag ten opzichte van de andere groepen en laat geen duidelijke trend zien. Wel is er een vrij grote variabiliteit in de tijd en tussen de stations.



Figuur 7.12 Jaarlijkse waarden voor fytoplankton (autotroof - phaeocystis) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.



Figuur 7.13 Jaarlijkse waarden voor fytoplankton (autotroof - overig) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.



Figuur 7.14 Jaarlijkse waarden voor fytoplankton (heterotroof - dinoflagellaten) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.

7.5.8 Heterotroof - overig

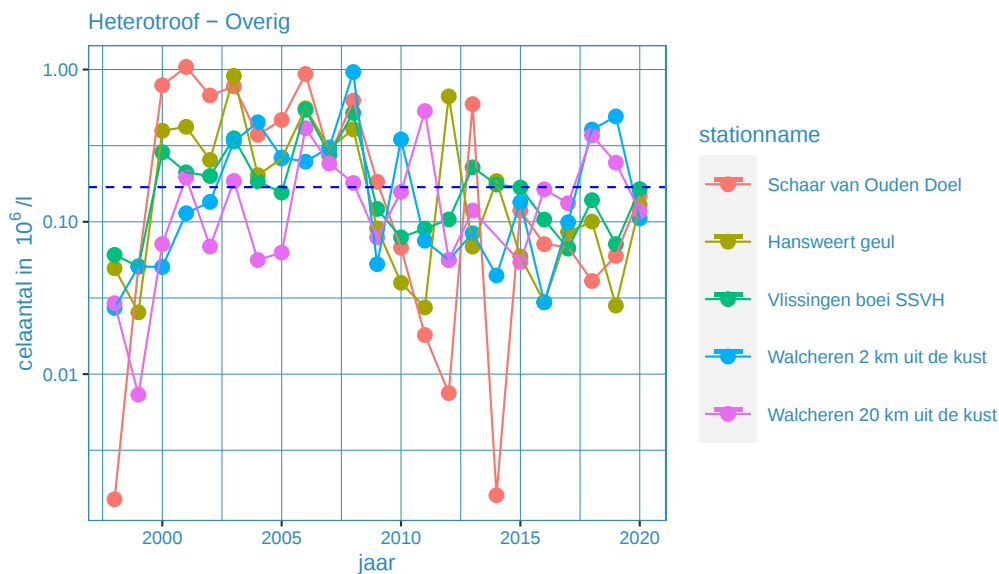
In Figuur 7.15 is de ontwikkeling van overige heterotroof fytoplankton over de tijd voor alle stations weergegeven. Overige heterotroof fytoplankton was voor 2009 een normaal fenomeen (voornamelijk bij station Schaar van de Ouden Doel). Echter, na 2010 liggen de hoeveelheden een stuk lager. In 2018 en 2019 worden verhoogde waarden gevonden bij beide meetstations bij Walcheren.

7.5.9 Mixotroof - dinoflagellaten

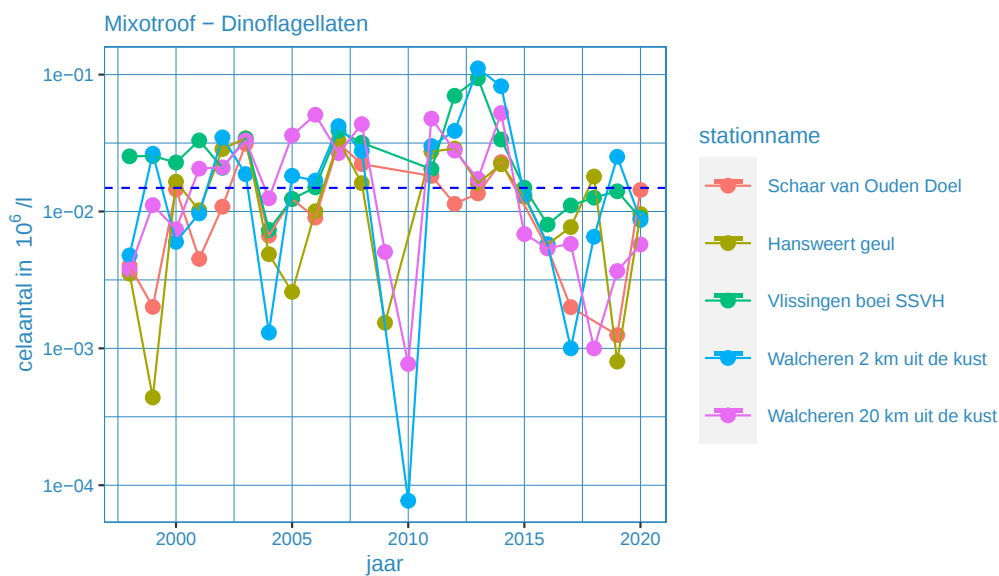
In Figuur 7.16 is de ontwikkeling van de dinoflagellaten (mixotroof) over de tijd voor alle stations weergegeven. Mixotrofe dinoflagellaten worden vrij consistent gevonden over de tijd. Er is geen duidelijk patroon tussen de verschillende stations. Jaren 2009 en 2010 waren een dieptepunt voor de hoeveelheid mixotrofe dinoflagellaten. Vanaf 2016 zijn de waarden een stuk lager dan in de periode daarvoor.

7.5.10 Mixotroof - overig

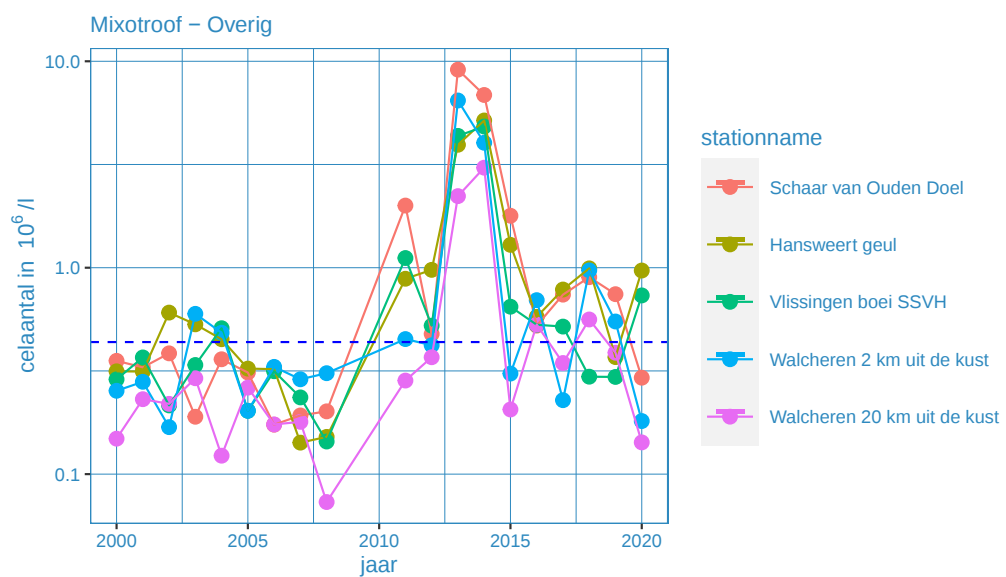
In Figuur 7.17 is de ontwikkeling van de overige mixotroof fytoplankton over de tijd voor alle stations weergegeven. Deze groep wordt in verhoogde aantallen gevonden in 2013 en 2014. Na deze jaren waren de celaantallen iets hoger dan daarvoor, maar een duidelijke trend ontbreekt. Het is nog de vraag in hoeverre de taxonomische naamgeving en/of de indeling in groepen een rol speelt bij de variatie in deze groep.



Figuur 7.15 Jaarlijkse waarden voor fytoplankton (heterotroof - overig) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.



Figuur 7.16 Jaarlijkse waarden voor fytoplankton (mixotroof - dinoflagellaten) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.



Figuur 7.17 Jaarlijkse waarden voor fytoplankton (mixotroof - overig) voor alle stations. Zwarte lijn geeft het gemiddelde voor deze groep voor de gehele dataset weer.

8 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.
- Holst, I van der, M. C. Kotte, and W Vos. 2001. "Chemisch zuurstofverbruik in monsters met een hoog chloride gehalte." Lelystad: Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling/RIZA.
https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC%7B/_%7D41245%7B/_%7D31/.
- Holthuijsen, L. H. 2007. *Waves in Oceanic and Coastal Waters*. Cambridge University Press.
- 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, Louis. 2010. "An objective procedure to remove observer-bias from phytoplankton time-series." *Journal of Sea Research* 63 (2): 152–56.
<https://doi.org/10.1016/j.seares.2009.11.004>.
- 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.
- Van Rijn, L. C. 1994. *Principles of Fluid Flow and Surface Waves in Rivers, Estuaries, Seas and Oceans*. Aqua Publications.
- Zuur, A F, M J Latuhihin, E N Ieno, J G Baretta-Bekker, G M Smith, and N J Walker. 2009. "Additive Mixed Modelling Applied on Phytoplankton Time Series Data." In *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with r*, 423–46. New York, NY: Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-0-387-87458-6_18.

A Overzicht gebruikte data

Alle gegevens in dit rapport is geleverd door Rijkswaterstaat aan Scheldemonitor. Voor de rapportage zijn alle gegevens via scripts uit de Scheldemonitor gehaald.

A.1 Gemeten data

Deze rapportage bevat de beschikbare hydrodynamische, fysisch-chemische en biologische data in de periode 1996 - 2020 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	Maandgemiddeld
			Golfhoogte Hm0	
		Golfperiode	Golfperiode TH1/3	
			Spectrale golfperiode Tm02	

A.3 Fysisch-chemische parameters

A.3.1 Oppervlaktewater (compartiment 10)

Fiche	Parameter	Weergave
S-FC-N-002	Saliniteit	Saliniteit (PSU)
S-FC-N-004	Temperatuur	Watertemperatuur (°C)
S-FC-N-010	Zuurstof	Percentage zuurstof (%)
S-FC-N-012	Chlorofyl-a	Zuurstof (mg/l)
		Chlorofyl-a (µg/l)
		Feofytine-a (µg/l)
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)
		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)
		Silicaat (mg/l uitgedrukt in Si na filtratie)
	C:N:P ratio	
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

A.3.2 Zwevend stof (compartiment 50)

Fiche	Parameter	Weergave
S-FC-N-015	Korrelgrootte-fractie (in drooggewicht)	< 63 µm
		< 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'-heptachloorbifenyyl (µg/kg) PCB180
		2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyyl (µg/kg) PCB138
		2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyyl (µg/kg) PCB153
		2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyyl (µg/kg) PCB101
		2,2',5,5'-tetrachloorbifenyyl (µg/kg) PCB52
		2,3',4,4',5-pentachloorbifenyyl (µg/kg) PCB118
		2,4,4'-trichloorbifenyyl (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.3.3 Bodem (compartiment 40)

[illegible]

Eerstelijnsrapportage Westerschelde 2013

[illegible]

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',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'-tetrabroomdifenyylether	PBDE47	
			2,4,4'-tribroomdifenyylether	PBDE28	
		HCB (lever) Natgewicht en omgerekend naar drooggewicht	Hexachloorbenzeen		Gemiddelde, min, max per meetmoment
		HxCIBtDen (lever) Natgewicht en omgerekend naar drooggewicht	Hexachloorbutadeen		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'-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	

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

Tabel B.1 Meetdichtheidsmatrices 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	17	16	18	17	17	5	12	13	13
Temperatuur [C]	26	26	26	34	33	37	34	34	11	25	26	26
Zuurstof [mg/L]	26	26	26	34	33	37	34	34	11	25	26	26
Zuurstof [%]	26	26	26	34	33	37	34	32	11	25	26	26
Chlorofyl-a [ug/L]	26	26	26	34	33	37	34	37	10	25	25	26
Feofytine [ug/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Doorzicht [dm]	26	26	25	34	32	36	34	36	11	25	26	26
Extinctiecoefficient [/m]	25	19	23	32	21	30	32	24	7	17	26	26
Zwevende stof [mg/L]	26	26	26	34	33	36	34	36	11	25	26	26
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	34	34	37	34	37	11	25	26	26
Nitriet [mg/L]	26	26	26	34	34	37	35	37	11	25	26	26
Nitraat [mg/L]	26	26	26	34	33	37	34	37	11	25	26	26
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	34	34	37	34	37	11	25	26	26
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]	0	0	26	35	34	37	35	10	11	25	26	26
Biochemisch zuurstofverbruik [mg/L]	13	13	13	17	16	18	17	20	5	12	13	13
Chemisch zuurstofverbruik [mg/L]	13	13	13	17	16	18	17	20	5	12	13	13
Boor [ug/L]	0	0	26	34	33	37	34	10	11	24	26	26
Boor filtratie [ug/L]	26	26	26	34	33	37	34	36	11	25	26	26
Chroom [ug/L]	26	26	26	34	33	37	34	37	11	24	26	26
Chroom filtratie [ug/L]	25	26	26	34	33	37	35	36	11	25	26	26
Koper [ug/L]	26	26	26	34	33	37	34	37	11	24	26	26
Koper filtratie [ug/L]	25	25	26	34	33	37	34	36	11	25	26	26
Uranium [ug/L]	0	0	26	34	33	37	34	10	11	24	26	26
Uranium filtratie [ug/L]	26	26	26	34	33	37	34	36	11	25	26	26
Vanadium [ug/L]	0	0	26	34	33	37	34	10	11	24	26	26
Vanadium filtratie [ug/L]	26	26	26	34	33	37	34	36	11	25	26	26
Zink [ug/L]	26	26	26	34	33	37	34	37	11	24	26	26
Zink filtratie [ug/L]	26	25	26	34	33	37	34	36	11	25	26	26

Tabel B.2 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	30	27	27	27	28	9	19	19	19
Temperatuur [C]	19	19	19	30	27	27	29	28	9	19	19	19
Zuurstof [mg/L]	19	19	19	30	27	27	29	28	9	19	19	19
Zuurstof [%]	19	19	17	30	17	17	19	28	9	19	19	19
Chlorofyl-a [ug/L]	19	19	18	30	27	27	29	28	8	19	19	19
Feofytine [ug/L]	19	19	18	30	27	27	29	28	8	19	19	19
Doorzicht [dm]	15	19	18	29	27	25	27	28	9	19	19	19
Extinctiecoefficient [/m]	14	15	17	21	26	21	24	11	6	11	19	19
Zwevende stof [mg/L]	19	19	19	30	27	27	29	28	9	19	19	19
Stikstof filtratie [mg/L]	19	19	19	30	27	27	29	28	9	18	19	19
Stikstof particulier [mg/L]	18	19	19	30	29	28	29	27	9	19	19	19
Ammonium [mg/L]	19	19	18	30	28	27	29	28	9	19	19	19
Nitriet [mg/L]	19	19	18	30	29	27	29	27	9	19	19	19
Nitraat [mg/L]	19	19	18	30	27	26	29	27	9	19	19	19
Fosfaat filtratie[mg/L]	19	19	19	30	29	28	29	27	9	18	19	19
Fosfaat particulier [mg/L]	19	19	19	30	29	28	29	23	9	19	19	19
Silicaat [mg/L]	19	19	18	30	27	26	29	27	9	19	19	19
Koolstof opgelost[mg/L]	19	19	19	30	27	27	29	28	9	18	19	19
Koolstof particulier [mg/L]	18	19	19	30	28	27	29	27	9	19	19	19
Orthofosfaat [mg/L]	0	0	18	30	29	26	29	9	9	19	19	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	0	13	1	17	17	19	5	7	13	13	13
Boor filtratie [ug/L]	0	0	13	1	17	17	19	18	7	13	13	13
Chroom [ug/L]	0	0	13	1	17	17	19	18	7	13	13	13
Chroom filtratie [ug/L]	0	0	13	1	17	17	19	18	7	13	13	13
Koper [ug/L]	0	0	13	1	17	17	19	18	7	13	13	13
Koper filtratie [ug/L]	13	13	13	1	17	17	19	18	7	13	13	13
Uranium [ug/L]	0	0	13	1	17	17	19	5	7	13	13	13
Uranium filtratie [ug/L]	0	0	13	1	17	17	19	18	7	13	13	13
Vanadium [ug/L]	0	0	13	1	17	17	19	5	7	13	13	13
Vanadium filtratie [ug/L]	0	0	13	1	17	17	19	18	7	13	13	13
Zink [ug/L]	0	0	13	1	17	17	19	18	7	13	13	13
Zink filtratie [ug/L]	13	13	13	1	17	17	19	18	7	13	13	13

Tabel B.3 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	19	17	17	19	18	5	13	13	13
Temperatuur [C]	13	13	13	19	17	17	19	18	5	13	13	13
Zuurstof [mg/L]	13	13	13	19	17	17	19	18	5	13	13	13
Zuurstof [%]	13	13	13	19	17	17	19	18	5	13	13	13
Chlorofyl-a [ug/L]	13	13	12	19	17	17	19	18	5	14	13	13
Feofytine [ug/L]	13	13	12	19	17	17	19	18	5	14	13	13
Doorzicht [dm]	13	13	12	18	17	15	17	18	5	13	13	13
Extinctiecoefficient [/m]	13	12	11	16	15	11	15	11	3	10	13	13
Zwevende stof [mg/L]	34	32	13	19	17	17	19	18	5	14	13	13
Stikstof filtratie [mg/L]	12	12	13	19	17	17	19	18	5	14	13	13
Stikstof particulier [mg/L]	12	13	13	19	19	18	19	18	5	13	13	13
Ammonium [mg/L]	13	13	13	19	18	17	19	18	5	14	13	13
Nitriet [mg/L]	13	13	13	19	18	17	19	17	5	14	13	13
Nitraat [mg/L]	13	13	13	19	18	16	19	17	5	14	13	13
Fosfaat filtratie[mg/L]	12	12	13	19	19	18	19	17	5	13	13	13
Fosfaat particulier [mg/L]	13	13	13	19	19	18	19	17	5	14	13	13
Silicaat [mg/L]	13	13	13	19	17	16	19	17	5	14	13	13
Koolstof opgelost[mg/L]	13	13	13	19	17	17	19	18	5	14	13	13
Koolstof particulier [mg/L]	12	13	13	19	17	17	19	18	5	13	13	13
Orthofosfaat [mg/L]	0	0	13	19	19	17	19	5	5	14	13	13
Biochemisch zuurstofverbruik [mg/L]	0	0	0	0	11	17	19	18	5	14	13	13
Chemisch zuurstofverbruik [mg/L]	0	0	0	0	11	17	19	18	5	14	13	13
Boor [ug/L]	0	0	13	1	17	17	19	5	5	14	13	13
Boor filtratie [ug/L]	0	0	13	1	17	17	19	18	5	14	13	13
Chroom [ug/L]	0	0	13	1	17	17	19	18	5	14	13	13
Chroom filtratie [ug/L]	0	0	13	1	17	15	19	18	5	14	13	13
Koper [ug/L]	0	0	13	1	17	17	18	18	5	14	13	13
Koper filtratie [ug/L]	13	13	13	1	17	17	19	18	5	14	13	13
Uranium [ug/L]	0	0	13	1	17	17	19	5	5	14	13	13
Uranium filtratie [ug/L]	0	0	13	1	17	17	19	18	5	14	13	13
Vanadium [ug/L]	0	0	13	1	17	17	19	5	5	14	13	13
Vanadium filtratie [ug/L]	0	0	13	1	17	17	19	18	5	14	13	13
Zink [ug/L]	0	0	13	1	17	17	19	18	5	14	13	13
Zink filtratie [ug/L]	13	13	13	1	17	17	19	18	5	14	13	13

Tabel B.4 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]	19	28	19	33	27	30	29	30	9	19	19	19
Temperatuur [C]	19	28	19	33	27	30	31	30	9	19	19	19
Zuurstof [mg/L]	19	28	19	30	27	27	29	26	9	19	19	19
Zuurstof [%]	19	28	19	30	26	27	29	26	9	19	19	19
Chlorofyl-a [ug/L]	19	27	17	30	27	27	27	28	9	19	19	19
Feofytine [ug/L]	19	27	17	30	27	27	27	28	9	19	19	19
Doorzicht [dm]	17	25	16	30	25	25	29	28	9	19	19	19
Extinctiecoefficient [/m]	12	17	14	21	21	16	19	11	5	13	19	19
Zwevende stof [mg/L]	40	37	19	30	27	27	29	28	9	19	19	19
Stikstof filtratie [mg/L]	19	27	19	30	27	27	29	28	9	18	19	19
Stikstof particulier [mg/L]	18	28	19	30	29	28	29	27	9	19	19	19
Ammonium [mg/L]	19	28	19	30	29	27	29	28	9	19	19	19
Nitriet [mg/L]	19	28	19	30	29	27	29	27	9	19	19	19
Nitraat [mg/L]	19	28	19	30	28	26	29	27	9	19	19	19
Fosfaat filtratie[mg/L]	19	27	19	30	29	28	29	27	9	18	19	19
Fosfaat particulier [mg/L]	19	28	19	30	29	28	29	25	9	19	19	19
Silicaat [mg/L]	19	28	19	30	28	26	29	27	9	19	19	19
Koolstof opgelost[mg/L]	19	28	19	30	27	27	29	28	9	19	19	19
Koolstof particulier [mg/L]	18	28	19	30	27	28	29	27	9	19	19	19
Orthofosfaat [mg/L]	0	0	19	30	29	27	29	9	9	19	19	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	0	13	1	17	17	19	5	7	13	13	13
Boor filtratie [ug/L]	0	0	13	1	17	17	19	18	7	13	13	13
Chroom [ug/L]	0	0	13	1	17	17	19	18	7	13	13	13
Chroom filtratie [ug/L]	0	0	13	1	17	17	19	18	7	13	13	13
Koper [ug/L]	0	0	13	1	17	17	19	18	7	13	13	13
Koper filtratie [ug/L]	13	13	13	1	17	17	19	18	7	13	13	13
Uranium [ug/L]	0	0	13	1	17	17	19	5	7	13	13	13
Uranium filtratie [ug/L]	0	0	13	1	17	17	19	18	7	13	13	13
Vanadium [ug/L]	0	0	13	1	17	17	19	5	7	13	13	13
Vanadium filtratie [ug/L]	0	0	13	1	17	17	19	18	7	13	13	13
Zink [ug/L]	0	0	13	1	17	17	19	18	7	13	13	13
Zink filtratie [ug/L]	13	13	13	1	17	17	19	18	7	13	13	13

Tabel B.5 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]	14	12	12	15	14	12	13	13	4	12	12	12
Temperatuur [C]	14	12	12	15	14	12	13	13	4	12	12	12
Zuurstof [mg/L]	14	12	11	15	14	12	10	13	4	12	12	12
Zuurstof [%]	0	0	11	15	14	12	10	13	4	12	12	12
Chlorofyl-a [ug/L]	11	12	12	14	16	12	13	13	4	12	12	12
Feofytine [ug/L]	11	12	12	14	16	12	13	13	4	12	12	12
Doorzicht [dm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Extinctiecoefficient [/m]	4	0	0	0	0	0	2	1	0	2	12	12
Zwevende stof [mg/L]	11	12	12	15	16	12	13	13	4	11	12	12
Stikstof filtratie [mg/L]	11	11	12	15	16	12	11	12	4	12	12	12
Stikstof particulier [mg/L]	11	12	12	15	16	12	13	13	4	11	12	12
Ammonium [mg/L]	11	11	12	15	16	12	14	18	4	12	12	12
Nitriet [mg/L]	11	11	12	15	16	12	14	18	4	12	12	12
Nitraat [mg/L]	11	11	12	15	16	12	14	18	4	12	12	12
Fosfaat filtratie[mg/L]	11	11	12	15	16	12	13	13	4	12	12	12
Fosfaat particulier [mg/L]	11	12	12	15	16	12	13	13	4	11	12	12
Silicaat [mg/L]	11	11	12	15	16	12	14	18	4	12	12	12
Koolstof opgelost[mg/L]	11	12	12	15	16	12	13	13	4	12	12	12
Koolstof particulier [mg/L]	11	12	12	15	16	12	13	13	4	11	12	12
Orthofosfaat [mg/L]	0	0	12	15	16	12	14	1	4	12	12	12
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	4	2	14	12	13	1	4	12	12	12
Boor filtratie [ug/L]	0	0	4	2	16	12	13	13	4	12	12	12
Chroom [ug/L]	0	0	4	2	14	12	13	13	4	12	12	12
Chroom filtratie [ug/L]	0	0	4	2	16	12	13	13	4	12	12	12
Koper [ug/L]	0	0	4	2	14	12	13	13	4	12	12	12
Koper filtratie [ug/L]	11	12	12	2	16	12	13	12	4	12	12	12
Uranium [ug/L]	0	0	4	2	14	12	13	1	4	12	12	12
Uranium filtratie [ug/L]	0	0	4	2	16	12	13	13	4	12	12	12
Vanadium [ug/L]	0	0	4	2	14	12	13	1	4	12	12	12
Vanadium filtratie [ug/L]	0	0	4	2	16	12	13	13	4	12	12	12
Zink [ug/L]	0	0	4	2	14	12	13	13	4	12	12	12
Zink filtratie [ug/L]	11	12	12	2	16	12	13	13	4	12	12	12

Tabel B.6 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]	10	12	12	15	13	12	13	13	4	12	12	12
Temperatuur [C]	10	12	12	15	13	12	13	13	4	12	12	12
Zuurstof [mg/L]	10	12	12	15	13	12	13	13	4	12	12	12
Zuurstof [%]	0	0	12	15	13	12	13	13	4	12	12	12
Chlorofyl-a [ug/L]	11	11	12	14	15	12	13	13	4	12	12	12
Feofytine [ug/L]	11	11	12	14	15	12	13	13	4	12	12	12
Doorzicht [dm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Extinctiecoefficient [/m]	3	0	0	0	0	0	3	5	0	4	12	12
Zwevende stof [mg/L]	11	12	12	15	15	12	13	13	4	12	12	12
Stikstof filtratie [mg/L]	11	11	12	15	15	12	13	13	4	12	12	12
Stikstof particulier [mg/L]	11	11	12	15	15	12	13	13	4	12	12	12
Ammonium [mg/L]	11	11	12	15	15	12	14	16	4	12	12	12
Nitriet [mg/L]	11	11	12	15	15	12	13	18	4	12	12	12
Nitraat [mg/L]	11	11	12	15	15	12	14	17	4	12	12	12
Fosfaat filtratie[mg/L]	11	11	12	15	15	12	13	13	4	12	12	12
Fosfaat particulier [mg/L]	11	12	12	15	15	12	13	10	4	12	12	12
Silicaat [mg/L]	11	11	12	15	15	12	14	18	4	12	12	12
Koolstof opgelost[mg/L]	11	12	12	15	15	12	13	13	4	12	12	12
Koolstof particulier [mg/L]	11	11	12	15	15	12	13	13	4	12	12	12
Orthofosfaat [mg/L]	0	0	12	15	15	12	14	1	4	12	12	12
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

Tabel B.7 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	25	13	17	16	18	17	20	5	13	13	13
Korrel 2 um [%]	25	26	13	17	16	18	17	20	5	13	13	13
Arseen [mg/kg]	26	0	0	0	16	18	17	4	5	13	13	13
Cadmium [mg/kg]	26	26	13	17	16	18	17	4	5	13	13	13
Chroom [mg/kg]	26	26	13	17	16	18	17	4	5	13	13	13
Kobalt [mg/kg]	26	26	13	17	16	18	17	4	5	13	13	13
Koper [mg/kg]	26	26	13	17	16	18	17	4	5	13	13	13
Kwik [mg/kg]	26	26	13	17	16	18	18	9	5	13	13	13
Lood [mg/kg]	26	26	13	17	16	18	17	4	5	13	13	13
Vanadium [mg/kg]	20	26	13	17	16	18	17	4	5	13	13	13
Zink [mg/kg]	26	26	13	17	16	18	17	4	5	13	13	13
Antraceen [mg/kg]	26	26	13	17	16	18	17	20	5	13	13	13
Benzoapyreen [mg/kg]	26	26	13	17	16	18	17	20	5	13	13	13
Benzoperyleen [mg/kg]	26	26	13	17	16	18	17	20	5	13	13	13
Benzoaantraceen [mg/kg]	26	26	13	17	16	18	17	20	5	13	13	13
Benzokfluorantheen [mg/kg]	26	26	13	17	16	18	17	20	5	13	13	13
Chryseen [mg/kg]	26	26	13	17	16	18	17	20	5	13	13	13
Fenanthreen [mg/kg]	26	26	13	17	16	18	17	20	5	13	13	13
Indeno [mg/kg]	26	26	13	17	16	18	17	20	5	13	13	13
PCB180 [ug/kg]	26	26	13	17	16	18	17	20	5	13	13	13
PCB138 [ug/kg]	26	26	13	17	16	18	17	20	5	13	13	13
PCB153 [ug/kg]	26	26	13	17	16	18	17	20	5	13	13	13
PCB101 [ug/kg]	25	26	13	17	16	18	17	20	5	13	13	13
PCB52 [ug/kg]	26	26	13	17	16	18	17	20	5	13	13	13
PCB118 [ug/kg]	26	26	13	17	16	18	17	20	5	13	13	13
PCB28 [ug/kg]	26	26	13	17	16	18	17	20	5	13	13	13
Hexachloorbenzeen [ug/kg]	26	26	13	17	16	18	17	20	5	13	13	13
Fluorantheen [mg/kg]	26	26	13	17	16	18	17	20	5	13	13	13
Naftaleen [mg/kg]	26	26	13	17	16	18	17	20	5	13	13	13
Dieldrin [ug/kg]	26	25	13	17	16	18	17	20	5	13	13	13

Tabel B.8 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	6	6	5	5	5	1	4	4	0
Korrel 2 um [%]	4	4	4	6	6	5	5	5	1	4	4	0
Arseen [mg/kg]	13	13	4	6	6	5	5	0	1	4	4	4
Cadmium [mg/kg]	13	13	4	6	6	5	5	0	1	4	4	4
Chroom [mg/kg]	13	13	4	6	6	5	5	0	1	4	4	4
Kobalt [mg/kg]	13	0	4	6	6	5	5	0	1	4	4	4
Koper [mg/kg]	13	13	4	6	6	5	5	0	1	4	4	4
Kwik [mg/kg]	13	13	4	6	6	5	5	0	1	4	4	4
Lood [mg/kg]	13	13	4	6	6	5	5	0	1	4	4	4
Vanadium [mg/kg]	13	0	4	6	6	5	5	0	1	4	4	4
Zink [mg/kg]	13	13	4	6	6	5	5	0	1	4	4	4
Antraceen [mg/kg]	13	13	4	7	6	5	5	0	0	4	4	4
Benzoapyreen [mg/kg]	13	13	4	7	6	5	5	0	0	4	4	4
Benzoperyleen [mg/kg]	13	13	4	7	6	5	5	0	0	4	4	4
Benzoaantraceen [mg/kg]	13	13	4	6	6	5	5	0	0	4	4	4
Benzokfluorantheen [mg/kg]	13	13	4	7	6	5	5	0	0	4	4	4
Chryseen [mg/kg]	13	13	4	7	6	5	5	0	0	4	4	4
Fenanthreen [mg/kg]	13	13	4	6	6	5	5	0	0	4	4	4
Indeno [mg/kg]	13	13	4	6	6	5	5	0	0	4	4	4
PCB180 [ug/kg]	4	4	4	6	6	5	5	0	0	4	4	4
PCB138 [ug/kg]	4	4	4	6	6	5	5	0	0	4	4	4
PCB153 [ug/kg]	4	4	4	6	6	5	5	0	0	4	4	4
PCB101 [ug/kg]	4	4	4	6	6	5	5	0	0	4	4	4
PCB52 [ug/kg]	4	4	4	6	6	5	5	0	0	4	4	4
PCB118 [ug/kg]	4	4	4	6	6	5	5	0	0	4	4	4
PCB28 [ug/kg]	4	4	4	6	6	5	5	0	0	4	4	4
Hexachloorbenzeen [ug/kg]	4	4	4	6	6	5	5	0	0	4	4	4
Fluorantheen [mg/kg]	13	13	4	6	6	5	5	0	0	4	4	4
Naftaleen [mg/kg]												NaN
Dieldrin [ug/kg]												NaN

Tabel B.9 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)	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Cadmium [mg/kg]	5	5	3	5	5	4	5	5	5	5	5	10
Koper [mg/kg]	0	0	5	5	4	5	4	5	5	4	5	9
Kwik [mg/kg]	5	4	5	5	5	5	5	4	4	0	5	5
Lood [mg/kg]	0	0	5	5	5	4	4	5	4	4	5	10
Zink [mg/kg]	0	0	5	4	5	5	5	5	5	5	5	10
2,2',3,3',4,4',5,5',6-nonachloorbifenyyl	3	5	5	5	5	5	5	5	4	3	5	5
2,2',3,3',4,4',5,5'-octachloorbifenyyl	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5
2,2',3,3',4,4',5-heptachloorbifenyyl	4	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5
2,2',3,3',4,4'-hexachloorbifenyyl	4	5	4	5	5	5	4	5	0	5	5	5
2,2',3,4',5',6-hexachloorbifenyyl	4	3	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5
2,2',3,4',5,5',6-heptachloorbifenyyl	4	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5
2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyyl	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5
2,2',3,4,4',5-hexachloorbifenyyl	4	4	5	5	5	5	5	4	5	3	5	5
2,2',3,4,4'-pentachloorbifenyyl	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
2,2',3,4,5'-pentachloorbifenyyl	4	5	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5
2,2',3,4,5,5'-hexachloorbifenyyl	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5
2,2',3,5,5',6-hexachloorbifenyyl	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5
2,2',4,5'-tetrachloorbifenyyl	4	4	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5
2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyyl	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
2,2',5,5'-tetrachloorbifenyyl	4	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5
2,3',4,4',5-pentachloorbifenyyl	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5
2,3,3',4',6-pentachloorbifenyyl	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
2,3,3',4'-tetrachloorbifenyyl	4	3	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5
2,3,3',4,4',5-hexachloorbifenyyl	4	4	5	5	4	5	5	5	0	5	5	5
2,3,3',4,4'-pentachloorbifenyyl	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2,4',5-trichloorbifenyyl	4	5	5	5	5	5	5	3	4	5	5	5
2,4,4'-trichloorbifenyyl	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
2,2',4,4',5,5'-hexabroomdifenyylether	0	0	0	5	3	3	2	2	2	1	5	5
2,2',4,4',5-pentabroomdifenyylether	0	0	0	5	4	4	3	4	3	3	5	5
2,2',4,4',6-pentabroomdifenyylether	0	0	0	5	5	5	5	4	5	3	5	5
2,2',4,4'-tetrabroomdifenyylether	0	0	0	5	5	5	5	5	5	4	5	5
hexachloorbenzeen	4	5	5	5	5	5	4	5	4	2	5	5
hexachloorbutadien	0	0	3	5	3	3	2	3	4	1	5	5

Tabel B.10 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	4	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Cadmium natgewicht [mg/kg]	3	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Chroom natgewicht [mg/kg]	4	4	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Koper natgewicht [mg/kg]	3	4	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Kwik natgewicht [mg/kg]	3	3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Lood natgewicht [mg/kg]	4	4	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Nikkel natgewicht [mg/kg]	4	4	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Zink natgewicht [mg/kg]	4	3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0

Tabel B.11 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	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Cadmium natgewicht [mg/kg]	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Chroom natgewicht [mg/kg]	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Koper natgewicht [mg/kg]	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Kwik natgewicht [mg/kg]	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Lood natgewicht [mg/kg]	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Nikkel natgewicht [mg/kg]	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Zink natgewicht [mg/kg]	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0

Tabel B.12 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	0	4	4	4	4	4	4	4	4
Cadmium natgewicht [mg/kg]	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4
Chroom natgewicht [mg/kg]	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4
Koper natgewicht [mg/kg]	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4
Kwik natgewicht [mg/kg]	0	0	0	0	4	8	4	4	4	4	4	4
Lood natgewicht [mg/kg]	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4
Nikkel natgewicht [mg/kg]	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4
Zink natgewicht [mg/kg]	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4

Tabel B.13 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	0	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0
Cadmium drooggewicht [mg/kg]	2	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0
Chroom drooggewicht [mg/kg]	2	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0
Koper drooggewicht [mg/kg]	2	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0
Kwik drooggewicht [mg/kg]	2	2	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Lood drooggewicht [mg/kg]	2	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0
Nikkel drooggewicht [mg/kg]	2	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0
Zink drooggewicht [mg/kg]	2	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0

Tabel B.14 Meetdichtheidsmatrices voor metingen biota mosselen metaal bij Vlissingen boei OSSH 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	0	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0
Cadmium drooggewicht [mg/kg]	2	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0
Chroom drooggewicht [mg/kg]	2	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0
Koper drooggewicht [mg/kg]	2	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0
Kwik drooggewicht [mg/kg]	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Lood drooggewicht [mg/kg]	2	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0
Nikkel drooggewicht [mg/kg]	2	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0
Zink drooggewicht [mg/kg]	2	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0

Tabel B.15 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	0	1	0
Benzo(b)fluorantheen [ug/kg]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Benzo(g,h,i)peryleen [ug/kg]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Fluorantheen [ug/kg]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen [ug/kg]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Benzo(k)fluorantheen [ug/kg]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2,2',3,3',4,4',5-heptachloorbifenyyl in ug/kg	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,2',3,4,4',5-hexachloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,2',3,4',5,5',6-heptachloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,2',5,5'-tetrachloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,2',5-trichloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,3',4,4',5-pentachloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,4',5-trichloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,4,4'-trichloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0

Tabel B.16 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	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Benzo(b)fluorantheen [ug/kg]	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Benzo(g,h,i)peryleen [ug/kg]	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluorantheen [ug/kg]	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen [ug/kg]	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Benzo(k)fluorantheen [ug/kg]	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,2',3,3',4,4',5-heptachloorbifenyyl in ug/kg	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,2',3,4,4',5-hexachloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,2',3,4',5,5',6-heptachloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,2',5,5'-tetrachloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,2',5-trichloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,3',4,4',5-pentachloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,4',5-trichloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,4,4'-trichloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0

Tabel B.17 Meetdichtheidsmatrices voor metingen biota mosselen PCB en PBDEs bij Knui-tershoek 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-nonachloorbifenyyl [ug/kg]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2,2',3,3',4,4',5,5'-octachloorbifenyyl [ug/kg]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2,2',3,3',5,5',6,6'-octachloorbifenyyl [ug/kg]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2,2',3,4',5,6-hexachloorbifenyyl [ug/kg]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2,2',3,4',5,5',6-heptachloorbifenyyl [ug/kg]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyyl [ug/kg]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2,2',3,4,4',5-hexachloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,2',3,4,4'-pentachloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,2',3,4,5'-pentachloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,2',3,4,5,5'-hexachloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,2',3,5,5',6-hexachloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,2',4,4'-tetrachloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,2',4,5'-tetrachloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,2',5,5'-tetrachloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0
2,3',4,4',5-pentachloorbifenyyl [ug/kg]	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0

Tabel B.18 Meetdichtheidsmatrices voor metingen biota mosselen overige bij Knui-tershoek met hierin het aantal metingen per parameter en per jaar.

Parameter	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
hexachloorbutadieen [ug/kg])	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0

C Indeling fytoplankton

Tabel C.1 Indeling van fytoplankton in trofies en groepen.

Naam	Code	BTX	AphiaID	Trofie	Groep
Achnanthes	ACHNSPEC	5232301000	149191	Autotroof	NA
Actinastrum	ACNASPEC	5115201000	160542	Autotroof	NA
Actinastrum hantzschii	ACNAHANT	5115201030	160543	Autotroof	NA
Actiniscus pentasterias	ACNIPENT	5257101010	109717	Heterotroof	NA
Actinocyclus normanii	ACCYNORM	5231301030	148945	Autotroof	NA
Actinocyclus octonarius	ACCYOCTO	5231301020	149164	Autotroof	NA
Actinoptychus senarius	ACPTSENA	5231201020	148948	Autotroof	NA
Actinoptychus splendens	ACPTSPLE	5231201010	148949	Autotroof	NA
Alexandrium	ALEXSPEC	5253401000	109470	Autotroof	NA
Alexandrium ostenfeldii	ALEXOSTE	5253401050	109712	Autotroof	NA
Alexandrium tamarense	ALEXTAMA	5252801040	109714	Autotroof	NA
Amphidinium	AMDISPEC	5252101000	109473	Beide of onbekend	NA
Amphidinium crassum	AMDICRAS	5252101100	109726	Heterotroof	NA
Amphidinium longum	AMDILONG	5252101030	109741	Heterotroof	NA
Amphidinium sphenoides	AMDISPHE	5252101040	109754	Heterotroof	NA
Amphora	AMRASPEC	5232403000	149200	Autotroof	NA
Amphora {}2{}	AMHR	99999X0061		Autotroof	NA
Anabaena	ANNASPEC	5614601000	146585	Autotroof	NA
Ankistrodesmus	ANKISPEC	5115301000	163489	Autotroof	NA
Apedinella spinifera	APEDSPIN	5211602010	248097	Autotroof	NA
Aphanizomenon	APNISPEC	5614603000	160567	Autotroof	NA
Aphanothece	APTHSPEC	5611102000	146715	Autotroof	NA
Asterionella formosa	ASRIFORM	5232101010	148954	Autotroof	NA
Asterionella glacialis	ASRIGLAC	5232101030	149139	Autotroof	NA
Asterionella kariana	ASRIKARI	5232101040	251745	Autotroof	NA
Asterionellopsis glacialis	ASTEGLAC	99999X0063	149139	Autotroof	NA
Asteroplanus kariana	ASOPKARI	99999X0064	251745	Autotroof	NA
Attheya	ATTHSPEC	5231601000	160519	Autotroof	NA
Aulacodiscus argus	AUDIARGU	5231302010	149280	Autotroof	NA
Aulacoseira	AUSESPEC	5231116000	148959	Autotroof	NA
Aulacoseira ambigua	AUSEAMBI	5231106010	148960	Autotroof	NA
Aulacoseira granulata	AUSEGRAN	5231106070	148961	Autotroof	NA
Auliscus sculptus	AULISCUL	5231303010	699641	Autotroof	NA
Bacillaria paxillifer	BALAPAXI	5232601010	558243	Autotroof	NA
Bacteriastrium delicatulum	BAASDELI	5231501030	164108	Autotroof	NA
Bacteriastrium hyalinum	BAASHYAL	5231501010	149119	Autotroof	NA
Bellerochea malleus	BELLMALL	5231602010	447730	Autotroof	NA
Biddulphia alternans	BIDDALTE	99999X0066	699394	Autotroof	NA
Biota	BIOT	99999X0067		Beide of onbekend	NA
Botryococcaceae	BOTRYOAE	5114800000	493881	Autotroof	NA
Botryococcus	BOOCSPEC	5114801000	248103	Autotroof	NA
Brachiomonas	BRACSPEC	5111101000	345436	Autotroof	NA
Brockmanniella	BROC	99999X0068	149136	Autotroof	NA
Brockmanniella brockmannii	BROCBROC	5232114010	149137	Autotroof	NA
Cachonina niei	CACHNIEI	5252705010	233620	Autotroof	NA
Calycomonas	CACOSPEC	5216102000	160548	Autotroof	NA
Campylodiscus	CADISPEC	5232701000	149616	Autotroof	NA
Campylosira cymbelliformis	CASICYMB	5232130010	149357	Autotroof	NA
Centrales	CENTRALE	5231000000	341285	Autotroof	NA
Cerataulina pelagica	CELIPELA	5231604010	149619	Autotroof	NA
Cerataulus radiatus	CELURADI	5231605010	178126	Autotroof	NA
Cerataulus turgidus	CELUTURG	5231605020	162980	Autotroof	NA
Ceratium furca	CETIFUCA	5253101050	495659	Autotroof	NA
Ceratium fusus	CETIFUSU	5253101070	495660	Autotroof	NA
Ceratium horridum	CETIHORR	5253101090	495666	Autotroof	NA
Ceratium horridum {}1{}	CETIHORI	99999X0069		Autotroof	NA
Ceratium lineatum	CETILINE	5253101100	495674	Autotroof	NA
Ceratium macroceros (F)	CETIMACR	5253101123	670002	Autotroof	NA
Ceratoneis	CERA	99999X0070	149003	Autotroof	NA
Ceratomyxus	CERAGRAC	99999X0071	149570	Autotroof	NA
Chaetoceros	CTCESPEC	5231502000	148985	Autotroof	NA
Chaetoceros affinis	CTCEAFFI	5231502010	149241	Autotroof	NA

D Werkwijze

D.1 Achtergrond

Deze rapportage volgt eerdere rapportages op. Tot 2020 werd de rapportage als volgt opgebouwd:

- manuele download van data uit Scheldemonitor of zending van RWS
- manueel datamanagement op projectschijf
- data bewerking, maken van figuren en tabellen etc met Matlab
- verweving van tekst en figuren met LaTeX en de Deltares template tot een pdf rapport. Dit rapport is in een frequentie van 1 keer per jaar verschenen.

In 2020 is besloten om deze werkwijze onder de loep te nemen, vanwege

- manuele download en datamanagement is foutgevoelig en tijdrovend.
- rapportage als webpagina doet meer recht aan het dynamische karakter van deze rapportage.
- er was behoefte aan betere afstemming met andere rapportages over de Schelde betreffende het berekenen van indicatoren voor toestanden en trends.
- Scheldemonitor heeft een webservice (wfs) in werking gebracht, waarmee data nu gemakkelijk met een script gedownloadt kunnen worden.
- Scheldemonitor heeft een online analyseplatform (Rstudio Server en R Shiny Server) in gebruik genomen. Dit is een online omgeving om R scripts te draaien en producten te publiceren.

Voor de rapportage 2020 is daarom besloten om de LaTeX template over te zetten naar Rmarkdown. Figuren werden nog gemaakt met Matlab.

Voor de 2021 rapportage wordt ook de code voor grafieken en tabellen overgezet naar R, zodat het aansluit bij de Scheldemonitor. Het doel was om scripts en methodiek af te stemmen met de T rapportages waar mogelijk, door het delen van code. Dit is gedeeltelijk gebeurd, vanwege de verschillende tijdlijnen. De huidige werkwijze voor de rapportage is:

- 1) data wordt gedownloadt van Scheldemonitor met R script. Hiervoor is een [package](#) gemaakt. 2) De gedownloade data worden als csv bestanden opgeslagen voor consistentie tijdens het maken van de rapportage. Ze zijn [hier](#) terug te vinden.
- 2) Verwerking van data tot rapport met R en Rmarkdown. Dit combineert code met beschrijvende tekst. De uitvoer in dit geval is een website. Ook wordt een pdf uitvoer gemaakt ter archivering.
- 3) Voor de verwerking van data zijn R functies gemaakt, gebaseerd op de eerdere Matlab, verbeteringen zijn doorgevoerd in afstemming met RWS en Schelde in Beeld.
- 4) Rmarkdown documenten en functie codes worden beheerd onder versiebeheer op [Github](#).
- 5) Het rapport wordt gepubliceerd via de Scheldemonitor.

D.2 Versies van het rapport

In 1.1 wordt de versie van de eerstelijnsrapportage beschreven. Een keer per jaar wordt de rapportage ververs. Eventuele bijzonderheden over deze versie staan hier ook.

D.3 Versies van de data

Er is op dit moment geen versiebeheer op de data in de Scheldemonitor. Er zal bijgehouden worden wanneer een export uit de database is gemaakt.

D.4 Versiebeheer van de code

De code en tekst van de rapportage wordt bewaard op [Github](#) onder versiebeheer.

D.5 Gebruikte software en packages

De beschrijving van de gebruikte software en packages staat in deze [environment file](#).

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl