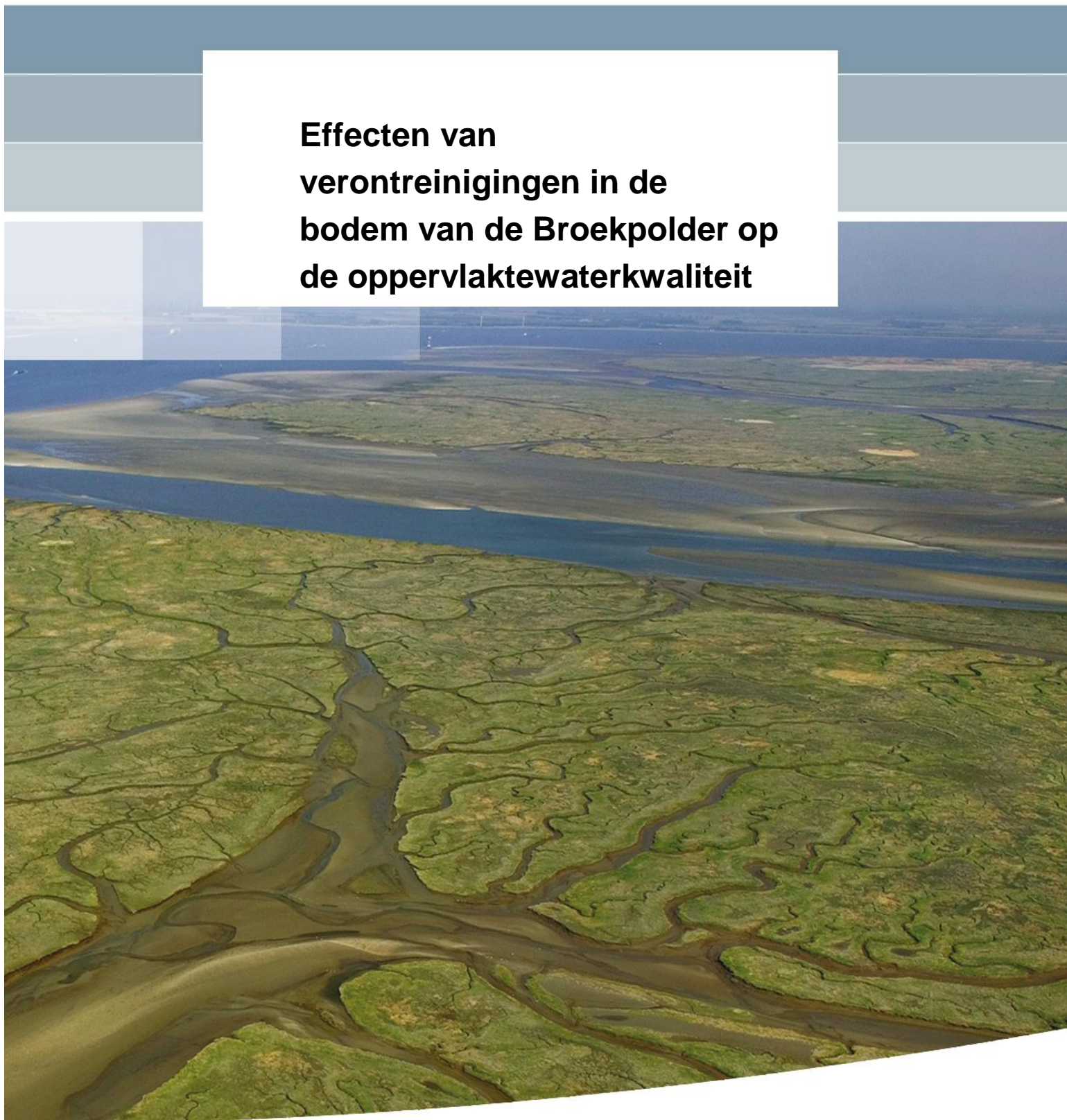


**Effecten van
verontreinigingen in de
bodem van de Broekpolder op
de oppervlaktewaterkwaliteit**



Effecten van verontreinigingen in de bodem van de Broekpolder op de oppervlaktewaterkwaliteit

Leonard Osté

1230633-001

Titel

Effecten van verontreinigingen in de bodem van de Broekpolder op de oppervlaktewaterkwaliteit

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Hoogheemraadschap van Delfland	1230633-001	1230633-001-ZWS-0001	35

Trefwoorden

Broekpolder, endrin, dieldrin, drins, baggerslib, sanering.

Samenvatting

De Broekpolder is een ruim 350 ha groot natuur- en recreatiegebied in het noordwesten van de gemeente Vlaardingen. Van 1958 tot 1975 is een groot gedeelte van de Broekpolder 4-7 meter opgehoogd met baggerspecie uit de Rotterdamse havens. Hierdoor is de bodem in het gebied ernstig verontreinigd geraakt. De verontreiniging heeft niet alleen consequenties voor de bodem, waarvoor een saneringsplan is opgesteld, maar ook voor het oppervlaktewater in en om de Broekpolder. Het Hoogheemraadschap vraagt zich af of het huidige beheer (inclusief saneringsingrepen) voldoende is om een goede waterkwaliteit te garanderen in en om de Broekpolder.

Die vraag is vertaald in 4 vragen aan Deltares:

1. Kunnen jullie ons op basis van monitoringresultaten inzicht geven in de toxiciteit van het oppervlaktewater in en om de Broekpolder?
2. Kunnen jullie op basis van de monitoringdata de verontreinigingsvracht schatten die vanuit de Broekpolder wordt geloosd.
3. Kunnen jullie aangeven welke eenvoudige (kosteneffectieve) maatregelen op korte termijn zinvol zijn om de situatie te optimaliseren
4. Welke maatregelen zijn nodig voor een definitieve oplossing voor de Broekpolder?

De antwoorden op die vragen luiden als volgt:

1. In de Broekpolder overschrijden enkele monitoringspunten de drin-norm en de zinknorm. Dit geldt vooral voor het noordelijk deel dat afwatert via de zuivering, en voor vak 13Z dat afwatert naar Vlaardingen. Ook de toxiciteitsberekening conform de ecologische sleutelfactor toxiciteit geeft in de winter een waarde, die kan duiden op lichte effecten op de macrofauna. De afwatering vanuit de Broekpolder heeft een heel licht effect op oppervlaktewaterkwaliteit van het deel van de Vlaardingervaart ten oosten van de Broekpolder, maar heeft een verwaarloosbaar effect op het reguliere monitoringspunt Vlaardingerschouw. Meetpunten verder weg van de Broekpolder worden helemaal niet beïnvloed.
2. De totale vracht in een gemiddeld jaar wordt voor drins berekend op 35 g/jaar en voor Cu, Zn en Cd op respectievelijk 8, 26 en 0,2 kg/jaar. In natte jaren ligt deze waarde 1,5 tot 2 keer zo hoog. De vakken 5/7 dragen veruit het meeste bij aan de drin vracht (80% van het totaal). Omdat er geen verblijftijden bekend zijn voor de Vlaardingervaart, kunnen deze vrachten niet worden vertaald naar concentraties.
3. De huidige zuivering heeft een behoorlijk effect op de drins (de totale vracht vanuit de Broekpolder is ca. 35% lager dan zonder zuivering). Dit percentage kan worden verhoogd naar ca. 70% als de zuivering slimmer wordt ingezet en nog iets hoger als de zuivering een optimaal resultaat geeft (0,01 µg/l). Het is vooral belangrijk om te zorgen dat de zuivering nooit overstort. Voor metalen heeft de zuivering geen meetbaar effect.

Titel




Effecten van verontreinigingen in de bodem van de Broekpolder op de oppervlaktewaterkwaliteit

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Hoogheemraadschap van Delfland	1230633-001	1230633-001-ZWS-0001	31

4. De zuivering helpt om de vracht op de boezem te reduceren. Dat is goed, maar vanwege de menging met boezemwater is het rendement meetbaar in een klein gebied in de Vlaardingervaart. Het verbeteren van de waterkwaliteit in de Broekpolder zelf, zou voor het hele gebied meerwaarde kunnen geven. Dat betekent dat de flux naar het oppervlaktewater gereduceerd moet worden. Dit kan door de bron weg te nemen (bodemsanering), of door het transport van verontreinigingen naar het oppervlaktewater te reduceren. De inspanningen moeten vooral gericht zijn op de winterflux van vak 5/7. In dit rapport doen we een aantal suggesties waardoor de concentraties in de winter hoger zouden kunnen zijn, maar op basis van de huidige gegevens is dat niet eenvoudig vast te stellen. Er is meer inzicht nodig in de transportroutes in de winter.

Referenties

Oste, L.A. 2016. Effecten van verontreinigingen in de bodem van de Broekpolder op de oppervlaktewaterkwaliteit. Deltares-rapport 1230633-001.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
3	Juni 2016	Leonard Osté		Gerlinde Roskam		Sacha de Rijk	

Status

definitief

Inhoud

1 Inleiding	1
1.1 Aanleiding	1
1.2 Werkzaamheden	3
2 Opzet werkzaamheden	5
2.1 Monitoringslocaties en frequentie HH Delfland	5
2.2 Hydrologische relaties	6
2.3 Omgaan met rapportagegrenzen	7
2.4 Ontstaat er een logisch beeld?	7
2.5 Normtoetsing en (mengsel)toxiciteitsberekening	7
2.6 Basisgegevens vrachtberekeningen	8
2.7 Maatregelen	8
3 Resultaten & discussie	11
3.1 Het algemene beeld	11
3.1.1 Metaalconcentraties	11
3.1.2 Concentraties organische contaminanten	12
3.2 Toxiciteitsberekening volgens de ESF-TOX en risico's voor doorvergiftiging.	17
3.2.1 ESF-TOX	17
3.2.2 Doorvergiftiging	18
3.3 Verontreinigingsvracht van de Broekpolder op de boezem en Vlaardingen-West	18
3.4 Korte termijn maatregelen: scenario's voor het anders inzetten van de zuivering	22
3.4.1 Eenvoudige maatregelen	22
3.5 Definitieve maatregelen	23
4 Conclusies	25
5 Referenties	27
Bijlage(n)	
A Detailkaarten van de meetlocaties	A-1
B Detailinformatie van de gebruikte meetpunten	B-1
C Metaalconcentraties (totaal en na filtratie) in µg/l.	C-1
D Nadere toelichting msPAF-berekening conform ESF8	D-1
E Met PNEC-pro berekende lokale koper en zinknormen voor de Broekpolder o.b.v. ranges gevonden in de data	E-1

1 Inleiding

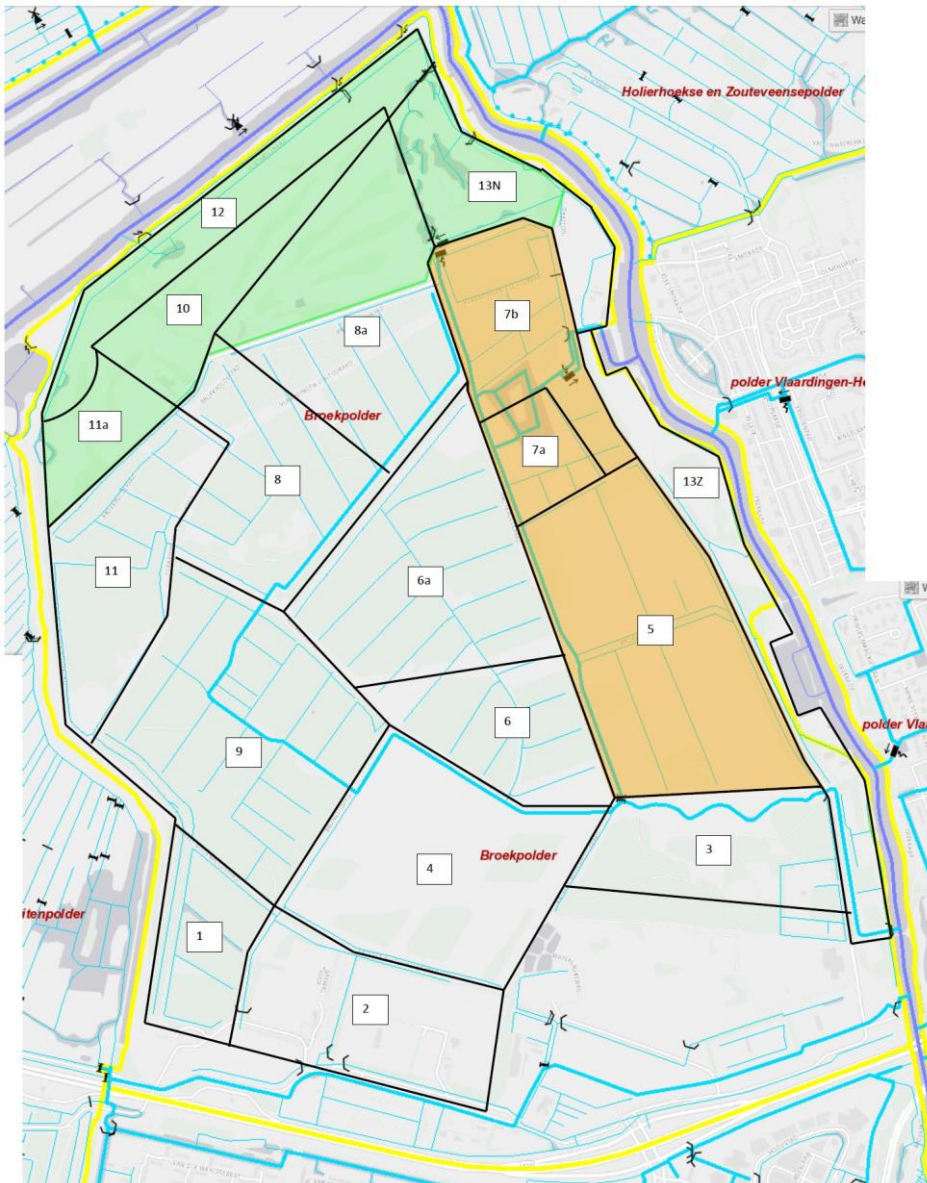
1.1 Aanleiding

De Broekpolder is een ruim 350 ha groot natuur- en recreatiegebied in het noordwesten van de gemeente Vlaardingen. Van 1958 tot 1975 is een groot gedeelte van de Broekpolder 4-7 meter opgehoogd met baggerspecie uit de Rotterdamse havens. Hierdoor is de bodem in het gebied ernstig verontreinigd geraakt.



Figuur 1.1 Ligging van de Broekpolder.

Figuur 1.2 toont de spuitvakken. Op basis van het eerder uitgevoerde bodemonderzoek (Grontmij, 2009) is er een behoorlijke variatie in de bodemkwaliteit van de toplaag. Ten aanzien van de drins worden veruit de hoogste gehalten gevonden in vak 7 (a en b) en daarna in de vakken 5, 12, 13Z. De hoogste gehalten in zware metalen komen voor in de vakken 7b, 8&8a en 9. Uit het bodemonderzoek blijkt dat er in de zuidelijke vakken (1, 2, 3, 4 en 6) weinig verontreiniging in de baggerspecie zit.



Figuur 1.2 Spuitvakken in de Broekpolder met in groen de ligging van de huidige golfbaan en in oranje de vakken 5/7. Deze gebieden wateren af op de zuivering.

De verontreiniging heeft niet alleen consequenties voor de bodem, waarvoor een saneringsplan is opgesteld, maar ook voor het oppervlaktewater in en om de Broekpolder. Omdat de verontreiniging van het oppervlaktewater vooral uit de bodem afkomstig is, bekijkt de provincie momenteel of verspreiding van verontreinigingen naar het oppervlaktewater wel voldoende is meegenomen in de sanering van de Broekpolder. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de projectmonitoring die het Hoogheemraadschap van Delfland in de afgelopen jaren heeft verzameld. De projectmonitoring liep van maart 2015 ten met april 2016. Daarnaast kon gebruik worden gemaakt van (reguliere) metingen in de naastgelegen boezemwateren en in het effluent van de zuivering.

Ook al worden de data beschikbaar gesteld voor het onderzoek van de provincie, het Hoogheemraadschap wil ook een eigen interpretatie van de data, zodat een goede discussie kan worden gevoerd met de overige stakeholders in het gebied. Dat zijn naast de provincie ook de Golfclub, de gemeente Vlaardingen en diverse recreatieondernemers.

Om de effecten van de verontreinigingen op de boezem te minimaliseren zijn er maatregelen genomen. Zo wordt het water uit de spuitvakken 5 en 7 alsmede het water vanaf de golfbaan gezuiverd over een koolfilter voordat het afwatert op de Vlaardingervaart. Vooral in de winter is de capaciteit van deze zuivering onvoldoende. Tevens zijn er vakken die ongezuiverd afwateren op de boezem. Het Hoogheemraadschap vraagt zich af of het beheer momenteel voldoende is om een goede waterkwaliteit te garanderen in en om de Broekpolder.

Die vraag is vertaald in 4 vragen aan Deltares:

1. Kunnen jullie ons op basis van monitoringresultaten inzicht geven in de toxiciteit van het oppervlaktewater in en om de Broekpolder?
2. Kunnen jullie op basis van de monitoringdata de verontreinigingsvracht schatten die vanuit de Broekpolder wordt geloosd.
3. Kunnen jullie aangeven welke eenvoudige (kosteneffectieve) maatregelen op korte termijn zinvol zijn om de situatie te optimaliseren.
4. Welke maatregelen zijn nodig voor een definitieve oplossing voor de Broekpolder?

1.2 Werkzaamheden

Deltares heeft op basis van de bovenstaande vragen de volgende werkzaamheden ingevoerd:

Ten aanzien van vraag 1:

- Bewerken, selecteren en ordenen van de waterkwaliteitsmonitoring data:
 - Data ordenen en hydrologische relaties tussen meetpunten schetsen
 - Bepalen hoe om te gaan met rapportagegrenzen.
 - Beoordelen of er een logisch beeld ontstaat als alle metingen naast elkaar worden gelegd.
- Toetsen aan de waterkwaliteitsnormen
- Het berekenen van de mengseltoxiciteit door de msPAF (msPAF = meer stoffen Potentieel Aangetaste Fractie voor lagere organismen) uit te rekenen met de ESF-TOX-applicatie.

Ten aanzien van vraag 2:

- Op basis van de door HH Delfland aangeleverde waterbalans is een stoffenbalans gemaakt voor relevante stoffen.

Ten aanzien van vraag 3:

- Met kosteneffectieve maatregelen worden vooral eenvoudige hydrologische maatregelen bedoeld. Het vergroten van de zuiveringscapaciteit wordt beschouwd als dure maatregel en zal bij de definitieve maatregelen worden meegenomen. Op basis van de huidige stoffenbalans (zie vraag 2) zijn scenario's berekend waarin de vakken die zijn aangesloten op de zuivering zijn gevarieerd.
- Er is gekeken of op basis van de monitoringsdata bepaalde patronen kunnen worden herkend in de concentraties. Er kan bijvoorbeeld gedacht worden seizoensfluctuaties in de concentraties, relaties met het peil, werkzaamheden in het gebied, etc. Dergelijke relaties zouden kunnen leiden tot eenvoudige maatregelen die uitspoeling van verontreinigingen minimaliseren.

Ten aanzien van vraag 4:

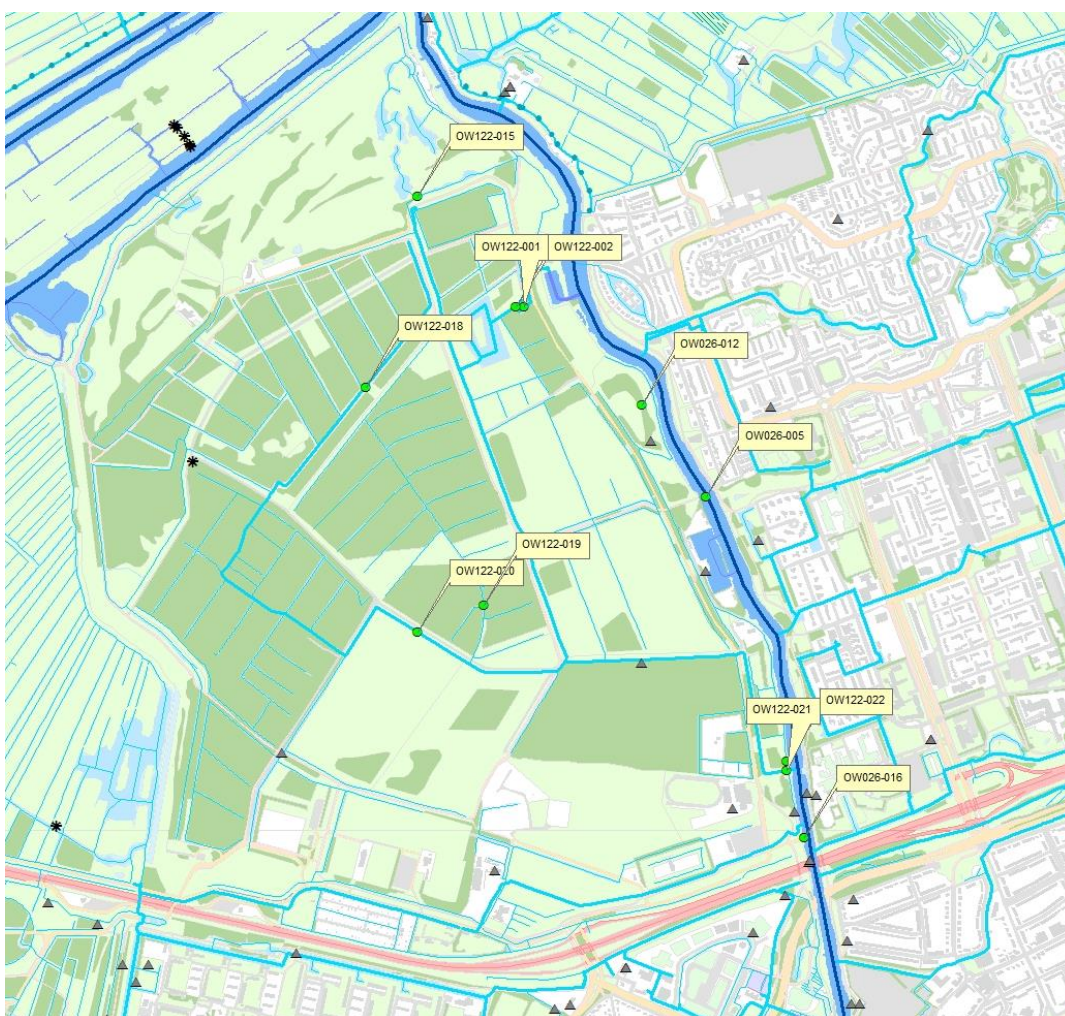
- In vraag 1 is nauwkeuriger beantwoord wat de huidige problemen zijn met toxiciteit. Voor de beantwoording van vraag 4 moet het helder zijn welke doelen gehaald moeten worden. HH Delfland heeft aangegeven dat de KRW-doelen op waterlichaamniveau in ieder geval gehaald moeten worden, maar dat de waterkwaliteitsdoelen gelden voor het hele waterlichaam, dus niet alleen voor de monitoringlocatie. De Broekpolder is echter

ook een Wbb-locatie; de Wbb kijkt naar de verontreinigde locatie en niet naar doelen op grotere schaal. De maatregelen in vraag 4 moeten zijn er dus op gericht om het gehele probleem met verontreinigingen op te lossen door beheer of sanering. Het voorkomen van overstorten op de zuivering hoort daar bij, maar ook maatregelen in het gebied zelf om te voorkomen dat hoge concentraties drins in de winter in het oppervlaktewater terecht komen.

2 Opzet werkzaamheden

2.1 Monitoringslocaties en frequentie HH Delfland

Op de monitoringlocaties (zie Figuur 2.1) is van maart 2015 tot en met april 2016 maandelijks bemonsterd. Dit waren niet alleen projectlocaties in de Broekpolder, maar ook (reguliere) meetpunten in de oostelijk gelegen Vlaardingervaart en het effluent van de zuivering. Niet op alle meetpunten is hetzelfde gemeten.



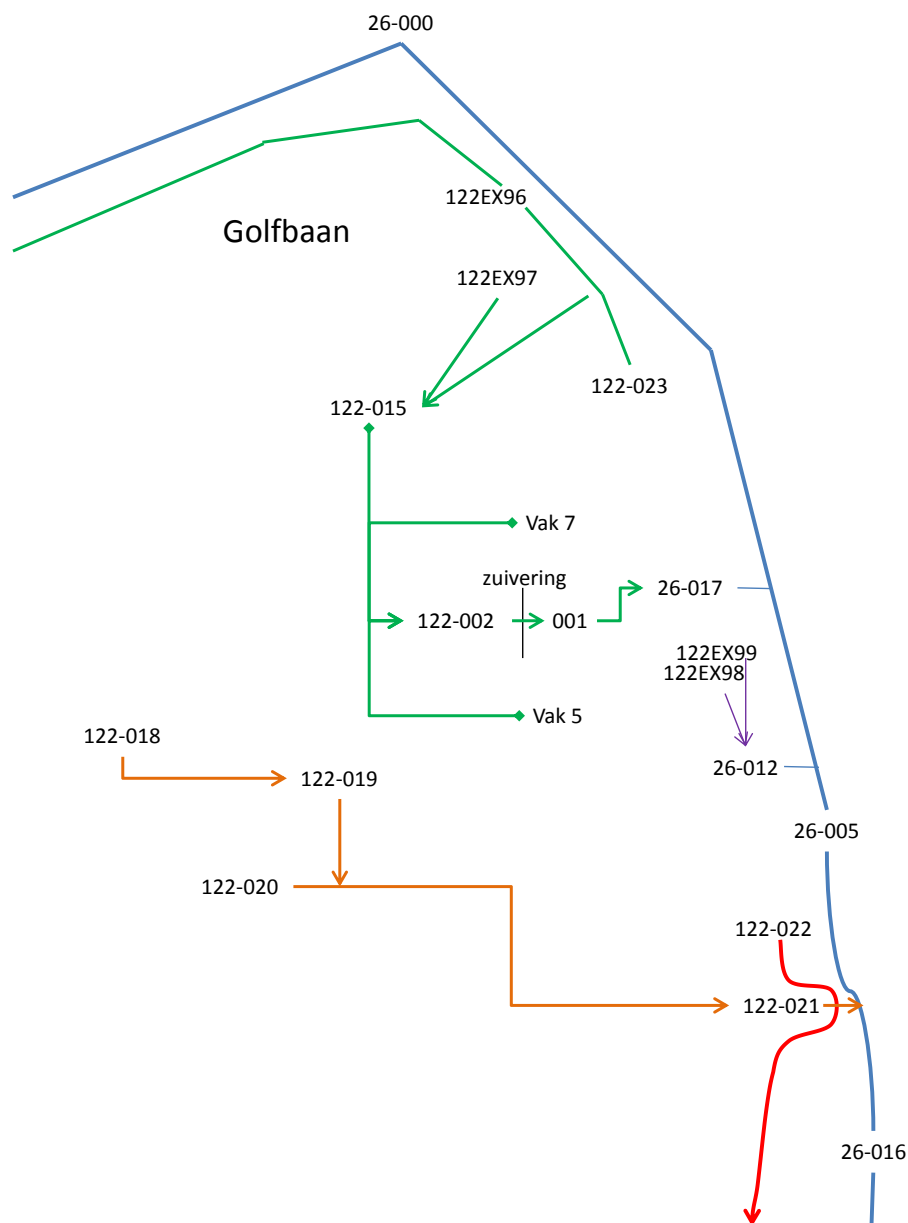
Figuur 2.1 Overzicht van de meetpunten in en om de Broekpolder. Meetpunt OW026-000 ligt helemaal in de noordpunt, net buiten de kaart. Bijlage A bevat nog twee detailkaarten, waarin nog enkele andere meetpunten zijn weergegeven.

Op het reguliere KRW-meetpunt Vlaardingervaart, Vlaardingschouw (OW026-000) werd conform het KRW-pakket gemeten. Daarin zitten niet de drins, ook al is deze stof opgenomen in de lijst van prioritaire stoffen. Op 17 projectmeetpunten zijn de OCB's (waartoe de drins behoren) bemonsterd tussen maart 2015 en april 2016, al zijn niet alle meetpunten in alle maanden bemonsterd. Op 4 meetpunten (OW122-001, OW122-002, OW122-015 en OW122-021) zijn ook metalen (Cu, Cd, Ni, Zn) gemeten. In 2016 zijn de metalen ook opgenomen in de metingen van OW122-022. Gedetailleerde informatie over de exacte ligging van de meetpunten, de meetperiode en de stoffen is te vinden in bijlage B.

2.2 Hydrologische relaties

Figuur 1.2 geeft de spuitvakken weer. In de huidige situatie wateren de spuitvakken 10, 11a, 12, 13N en het noordelijk deel van 8a af op het gemaal van de golfbaan. Dat water en het water van de vakken 5 en 7 gaat via een koolfilter naar de Vlaardingervaart. Het water van de overige spuitvakken komt ongezuiverd in de Vlaardingervaart (vakken 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9 en 11 wateren af aan de zuidkant van vak 13Z), behalve vak 13Z dat via een sifon richting Vlaardingen afwatert. Op basis van de spuitvakken en de afwatering zijn monitoringspunten gekozen.

Figuur 2.2 geeft de hydrologische relaties tussen de monitoringspunten schematisch weer.



Figuur 2.2 Schematische weergave van de meetpunten en de huidige hydrologische verbindingen in de Broekpolder. De groene pijlen wateren via de zuivering af, de oranje lijnen wateren ongezuiverd af de Vlaardingervaart en de rode pijl watert af richting Vlaardingen. De Vlaardingervaart (blauwe lijnen) kent geen eenduidig stromingspatroon.

Het reguliere meetpunt Vlaardingerschouw (26-000) ligt ten noorden van de Broekpolder en krijgt water vanuit diverse richtingen. Volgens een modelstudie uit 2012 (informatie uit een e-mail van H. Vreugdenhil, 25-5-2016) is het gemiddelde percentage Broekpolderwater bij het monitoringspunt ca 5%. In de Vlaardingervaart ten oosten van de Broekpolder wordt de bijdrage van de Broekpolder berekend op gemiddeld 60%. Meetpunt OW122-001 betreft het effluent van het koolfilter waarop de golfbaan en de vakken 5 en 7 afwateren. Op locatie OW122-021 wateren nagenoeg alle overige spuitvakken af. De vispaaiplaats (26-012) en de Rietlanden (locatiecodes OW122EX98 en OW122EX99) staan in verbinding met de Vlaardingervaart. Locatie 122-022 ligt aan het de zuidkant van vak 13Z. Dit water wordt via een sifon en een aparte sloot richting Vlaardingen-West getransporteerd.

Binnen de Broekpolder is meetpunt 122-015 representatief voor de golfbaan, al zit daar ook vak 13N bij dat afwatert via de golfbaan. Daarom is in 2016 nog een aantal metingen uitgevoerd in de afvoersloot van de golfbaan (meetpunt 122EX96) en is er specifiek in een van de (geïsoleerde) plasjes op de golfbaan gemonitord (122EX97). Vervolgens wordt het influent van de zuivering gemeten (122-002), maar dit is een resultante van vak 5/7 en de golfbaan. Er is geen meetpunt dat specifiek is gericht op de waterkwaliteit van vak 5/7.

De andere meetpunten binnen de Broekpolder zijn indicatief voor specifieke delen die uiteindelijk afwateren via meetpunt 122-021.

2.3 Omgaan met rapportagegrenzen

Voor het algemene beeld zijn alle data meegenomen. Ook voor de toetsing aan het jaargemiddelde en voor de presentatie van trends zijn alle metingen meegenomen, maar wordt voor een meting onder de rapportagegrens (rg) is gerekend met $0,5 \times rg$. Voor het berekenen van de mengseltoxiciteit zijn alle waarden onder de rapportagegrens verwijderd, omdat anders de kans aanwezig is sommige rapportagegrenzen de toxiciteit van het mengsel kunnen beïnvloeden.

2.4 Ontstaat er een logisch beeld?

Voordat specifieke analyses zijn uitgevoerd, zijn de data eerst op een grove manier bekeken, bijvoorbeeld door de meetpunten in elkaars nabijheid te beoordelen en ook door naar meerdere stoffen te kijken. Pas als de data een consistent beeld geven, is verder gewerkt aan nadere analyses.

2.5 Normtoetsing en (mengsel)toxiciteitsberekening

Stoffen die vaak boven de rapportagegrens worden aangetroffen zijn met de Aquokit getoetst aan de norm. De norm voor drins kent een complicatie. De som drins (dieldrin, aldrin, isodrin, endrin) staan genoemd als stof 9a in de Richtlijn voor prioritare stoffen met als jaargemiddelde norm: $0,01 \mu\text{g/l}$. In de voetnoot wordt echter opgemerkt, dat "deze stof(groep) geen prioritare stof is, maar een van de andere verontreinigende stoffen waarvoor de MKNs identiek zijn aan die welke zijn vastgelegd in de wetgeving die vóór 13 januari 2009 van toepassing was". De norm is overgenomen uit Richtlijn 88/347/EEC (EC, 1988). De norm is niet volgens de recente KRW-methodiek afgeleid, maar bepaalt wel mede de chemische toestand. Dat geeft des te meer reden om niet alleen aan de KRW-norm te toetsen, maar ook met de recent gemaakte tool voor de Ecologische Sleutelfactor (ESF) Toxiciteit.

De ESF Toxiciteit maakt gebruik van de msPAF, een maat voor toxiciteit op basis van een groot aantal bioassays (labtesten met aquatische organismen). Een beknopte uitleg is te vinden in bijlage B. De schaal van de msPAF loopt van 0 (geen toxiciteit) tot 1 (alle soorten ondervinden schade van de toxische stoffen). De reden om de msPAF in het kader van dit

project te berekenen is dat de msPAF een meer genuanceerd beeld geeft van de potentiële risico's vergeleken met de normen. Ten eerste wordt het effect van stoffen opgeteld, maar belangrijker is dat er niet met veiligheidsfactoren wordt gewerkt, die vaak wel in normen verwerkt zijn wegens een gebrek aan data. Tenslotte is de huidige msPAF berekening, in tegenstelling tot de KRW-norm voor drins, zeer recent bijgewerkt.

Zoals al is opgemerkt in 2.4 worden concentraties onder de rapportagegrens niet meegenomen en verder is ammonium niet meegenomen in de msPAF-berekening, omdat de focus op (historische) verontreinigingen ligt.

2.6 Basisgegevens vrachtberekeningen

De afdeling BCC-WH van HH Delfland heeft een waterbalans gemaakt voor afwatering van de Broekpolder, waarbij 5 verschillende afwateringsbieden zijn onderscheiden:

- vak 13N,
- de golfbaan (de vakken 8a deels, 10, 11a, 12),
- de vakken 5 en 7,
- vak 13Z
- het overige gebied (de vakken 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9 en 11).

Er is voor een gemiddeld, voor een nat en voor een droog jaar berekend hoeveel water er vanuit de Broekpolder op de boezem afwatert. Behalve bij het gemaal van de golfbaan wordt er verder niet gepompt, omdat de Broekpolder hoger ligt dan de boezem en het water onder vrij verval stroomt.

Op basis van deze waterstromen kan de vracht berekend worden die via de verschillende waterstromen wordt geloosd.

2.7 Maatregelen

Voor aanvang van het project was door HH Delfland reeds nagedacht over eenvoudige ingrepen in de Broekpolder waarmee de belasting van verontreiniging naar het omliggende boezemwater mogelijk kon worden gereduceerd. Figuur 1.2 toont het huidige gebied dat via de zuivering afwatert (in oranje en groen). Dit resulteert echter in een hydrologische overbelasting van de zuivering. Als de golfbaan wordt afgekoppeld wordt er minder water over het koolfilter geleid, waardoor er mogelijk capaciteit overblijft om de vakken 13N en 13Z, die hogere drin concentraties in de monitoring laten zien, wel te zuiveren.

In de huidige situatie zijn de vakken 5/7, 13N deels en de golfbaan op de zuivering aangesloten. Vak 13Z¹ gaat ongezuiverd richting Vlaardingen-West en de overige vakken gaan ongezuiverd naar de Vlaardingervaart. Vervolgens is de stoffenbalans opnieuw doorgerekend conform de volgende scenario's:

- Optie 1: alleen vakken 5/7 nog op de zuivering, 13Z handhaven richting Vlaardingen-West, al het overige water direct op de boezem. T.o.v. de huidige situatie wordt de golfbaan en vak 13N afgekoppeld van de zuivering.
- Optie 2: vakken 13N/Z en 5/7 op de zuivering, al het overige water direct op boezem. T.o.v. de huidige situatie wordt de golfbaan afgekoppeld, maar vak 13N/Z aangesloten op de zuivering.

¹ Er gaat een kwelstroom vanuit vak 5 naar richting vak 13, die de kwaliteit van het water in vak 13 beïnvloed. Het is mogelijk deze stroom af te vangen en terug te leiden naar de zuivering. Dit kan echter niet expliciet gemaakt worden in de opties, omdat de kwelstroom niet gekwantificeerd is.

Optie 3: vakken 13Z en 5/7 op de zuivering, al het overige water direct op de boezem. T.o.v. de huidige situatie wordt de golfbaan incl. vak 13N afgekoppeld, maar wordt vak 13Z aangesloten op de zuivering.

Tenslotte kan ook de zuiveringscapaciteit vergroot worden. Dit is een veel duurdere maatregel, maar wordt wel meegenomen:

Optie 1a: optie 1, maar dan met een zuiveringscapaciteit die een factor 3 hoger is dan de huidige zuivering.

Optie 2a: optie 2, maar dan met een zuiveringscapaciteit die een factor 3 hoger is dan de huidige zuivering.

Optie 3a: optie 3, maar dan met een zuiveringscapaciteit die een factor 3 hoger is dan de huidige zuivering.

3 Resultaten & discussie

3.1 Het algemene beeld

Voor het algemene beeld is gekeken naar trends in de tijd en ruimte. Dit kon niet voor alle stoffen, omdat er niet voor alle stoffen metingen waren. In de projectmonitoring is beperkt gekeken naar metalen en vooral naar drins en andere OCB's. In de reguliere KRW-monitoring is ook gekeken naar PAKs en worden drins juist niet gemeten. De KRW-meetpunten hebben echter wel weer een langere meetreeks, wat van belang is voor trends in de tijd.

Aan de hand van de volgende stappen wordt een beeld van de waterkwaliteit geschetst:

1. Concentraties in het KRW-meetpunt Vlaardingervaart-Vlaardingschouw: OW026-000
2. Concentraties in de boezem rondom de Broekpolder: OW026-000, OW026-005, OW026-012, OW026-017)
3. Concentraties op de afwateringspunten van de Broekpolder naar de boezem en Vlaardingen (OW122-001, OW122-021, OW122-022, OW122EX98, OW122EX99)
4. Concentraties binnen de broekpolder (influent zuivering: OW122-002, gemaal golfbaan: OW122-015 met daarachter: OW122-023, OW122EX96, OW122EX97 en in het zuidelijk en westelijk deel: OW122-018, OW122-019, OW122-020).

3.1.1 Metaalconcentraties

Aangezien metaalconcentraties voor de KRW na filtratie worden gemeten en getoetst en omdat een na-filtratiemeting meer zegt over de toxiciteit van een metaal, wordt in deze paragraaf alleen gebruik gemaakt van na-filtratiemetingen.

KRW-meetpunt Vlaardingschouw

Metalen worden voor de KRW gemeten in een gefiltreerd monster. Op meetpunt Vlaardingschouw (26-000) zijn cadmium, koper en zink gemeten. De variatie is beperkt en gemiddelde concentraties zijn <0,05 µg Cd/l, 2,9 µg Cu/l en 10,1 µg Zn/l. Nikkel is niet gemeten na filtratie. Voor zink en koper is er sprake van een lichte seizoensfluctuatie, voor Cu 3,3 µg/l in de winter en 2,2 µg/l in de zomer, voor Zn 11,6 µg/l in de winter en 7,5 µg/l in de zomer. Dit is een gebruikelijk beeld (Verschoor et al., 2011).

Boezem rondom de Broekpolder

De grafieken voor Cd, Cu, Ni en Zn zijn opgenomen in bijlage C. In de projectmonitoring werden metalen aanvankelijk gemeten als totale concentraties in water, maar is vanaf oktober 2015 ook na filtratie gemeten. Op locatie 026-012 zijn de metalen alleen gemeten in 2016. Dit meetpunt ligt in de vispaaiplaats. De metingen in de periode jan-apr 2016 geven voor Cu iets hogere (4 µg/l), maar voor Zn lagere (3,3 µg/l) concentraties dan locatie Vlaardingschouw. Op de overige locaties in de boezem zijn geen metalen gemeten.

Uitstroompunten

Op de uitstroompunten zijn metalen na filtratie pas vanaf oktober 2015 gemeten. Dat betekent dat er slechts een winterseizoen is gemeten. Tabel 3.1 geeft de gemiddelde concentraties weer voor zover gemeten na filtratie. Waarden op meetpunt 122-022 (vak 13Z) liggen een stuk hoger (factor 2 tot 4) dan het zuiveringseffluent en het water uit het schone gebied. Die laatste twee waterstromen wijken voor Zn niet af van de Vlaardingervaart, maar bevatten wel wat hogere Cd en Cu concentraties dan in de Vlaardingervaart (factor 1,5 tot 2).

Tabel 3.1 Wintergemiddelde concentraties [$\mu\text{g/l}$] in de uitstroompunten voor metalen na filtratie

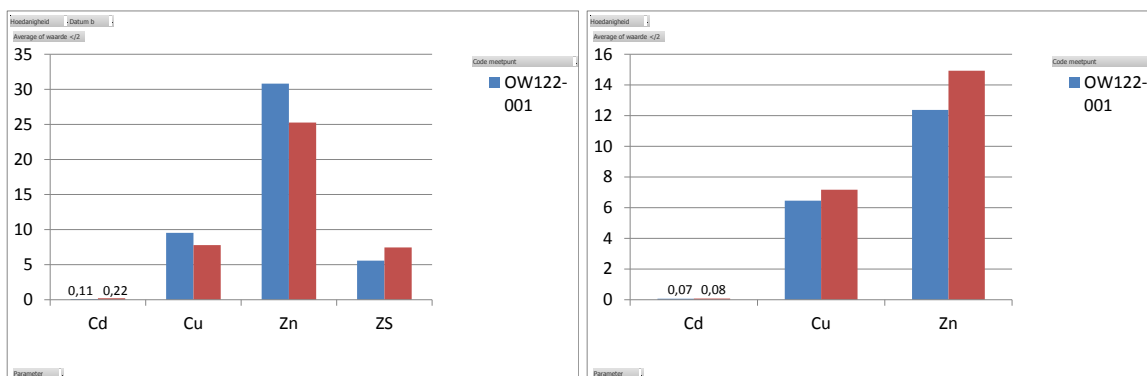
Code meetpunt	Omschrijving meetpunt	Cd	Cu	Zn
OW122-001	Effluent zuivering	0,07	6,5	12,4
OW122-021	Afwatering 'schone' gebied	0,06	5,7	11,9
OW122-022	Afwatering vak 13Z naar Vlaardingen	0,28	12,8	65,0

In de Broekpolder

De metingen in de Broekpolder zelf (de golfbaan en het influent) geven op hoofdlijnen dezelfde trend als op de uitstroompunten, maar de zinkconcentraties bij de golfbaan zijn wel 2 keer zo hoog als het influent van de zuivering.

Zuiveringsrendement

Figuur 3.1 toont dat het effect van het koolfilter voor metalen zeer laag is. Als gekeken wordt naar totale concentraties (linker figuur) is alleen voor cadmium een duidelijk effect te zien. Voor Cu en Zn is het effect zelfs negatief. Dat is opvallend omdat het zwevend stof wel afneemt in de zuivering. Voor de opgeloste concentraties (rechter figuur) is er voor alle metalen een klein effect van de zuivering (orde grootte 10%).



Figuur 3.1 Gemiddelde concentraties in het influent (rood; 122-002) en effluent (blauw; 122-001) van het koolfilter. Links de totale concentraties, rechts de concentraties na filtratie.

Samenvattend beeld voor metalen

Het reguliere monitoringpunt in de Vlaardingervaart (26-000) en het officiële meetpunt Zweth geven hetzelfde beeld (Cd < 0,05 $\mu\text{g/l}$, Cu ~2,5 $\mu\text{g/l}$ en Zn ~10 $\mu\text{g/l}$). In de winter zijn de concentraties wat hoger dan in de zomer. De meetpunten in de Broekpolder geven over het algemeen net wat hogere concentraties dan in de Vlaardingervaart (ordegrootte factor 1,5). Een paar dingen vallen op: meetpunt 122-022 (vak 13Z) ligt voor alle metalen een stuk hoger (factor 2 tot 4) en het meetpunt 122-015 (Golfbaan) heeft een opvallend hoge Zn-concentratie (wintergemiddelde is 31 $\mu\text{g/l}$). Tenslotte valt op dat het rendement van het koolfilter voor metalen, behalve de totale Cd-concentratie, laag is.

3.1.2 Concentraties organische contaminanten

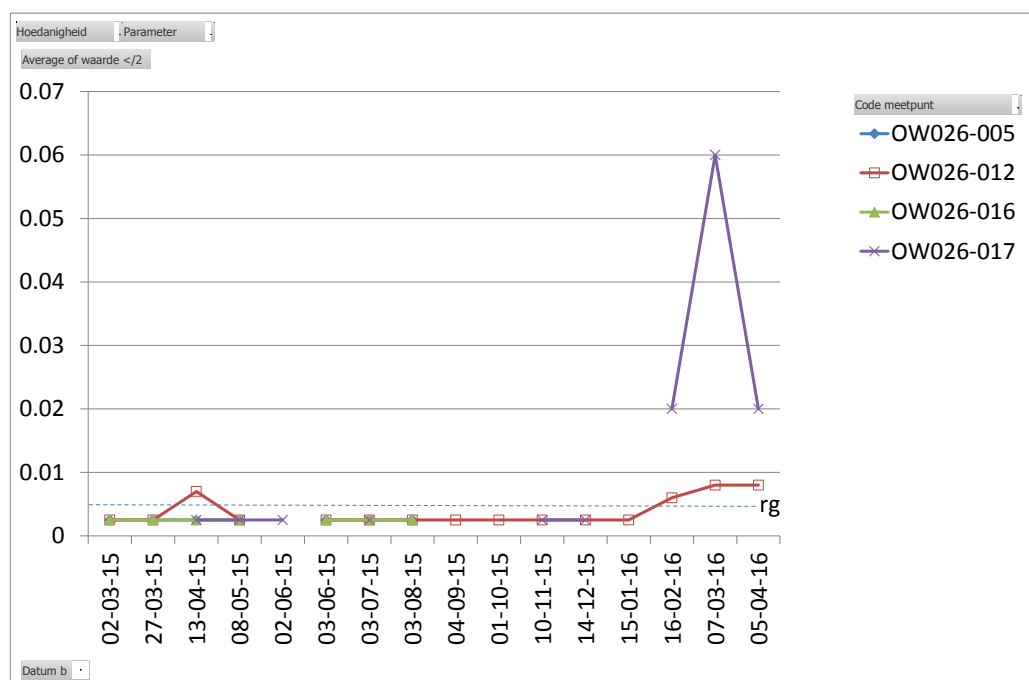
Hoewel het onderzoek is gericht op drins, is in eerste instantie gekeken of andere oude bestrijdingsmiddelen (OCB's) die in bagger kunnen zitten, ook verhoogd voorkomen. In 2015 en 2016 werd dieldrin veruit het vaakst gemeten boven de rapportagegrens (rg): 66 keer. De overige drins werden 25 (endrin), 2 (telodrin) en 0 (isodrin) keer gemeten. Behalve de drins werd eigenlijk alleen endosulfan substantieel boven de rapportagegrens gemeten: 15 keer. Endrin vertoont hetzelfde beeld als dieldrin en voor endosulfan betreft het waarden net boven de rapportagegrens. Voor het algemene beeld zal alleen dieldrin worden uitgewerkt.

KRW-meetpunt Vlaardingschouw (26-000)

De stoffen waarop de monitoring van de Broekpolder is gericht, namelijk de klassieke verontreinigingen zoals drins, endosulfan, chloorbenzenen, heptachloorepoxides, etc., worden in de reguliere monitoring niet gemeten.

Boezem rondom de Broekpolder

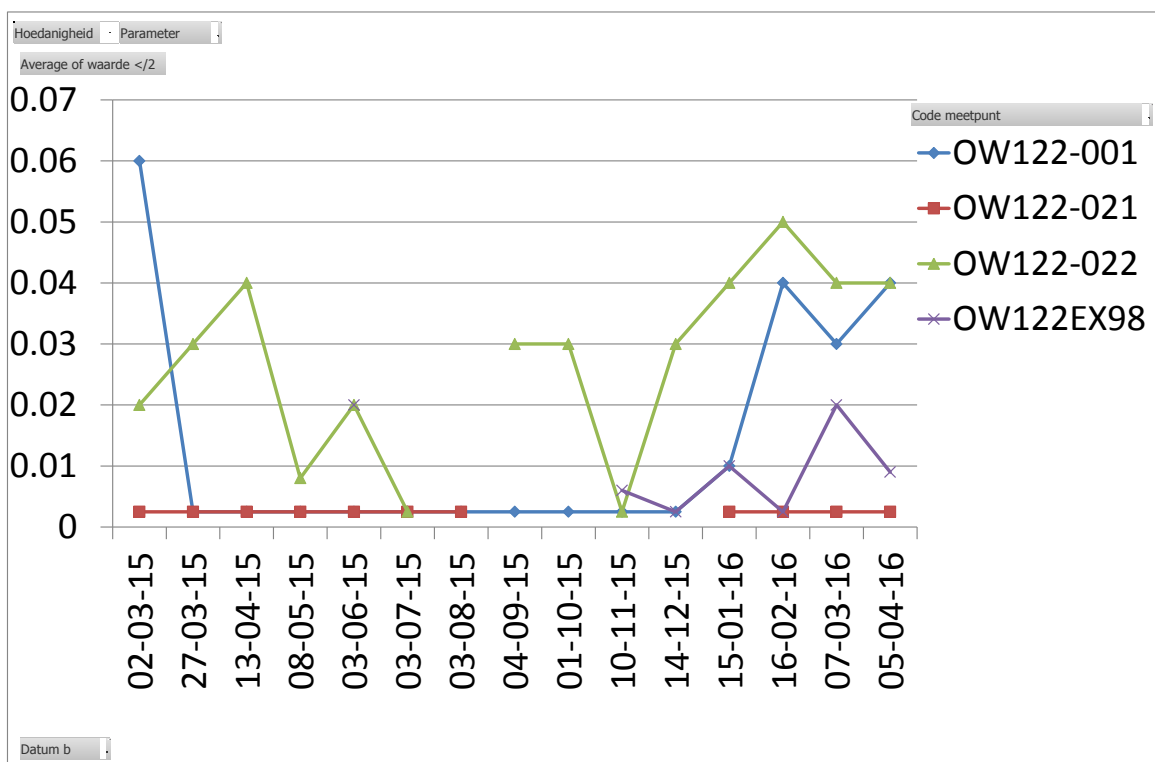
Op locaties 026-005 en 026-016 worden alleen waarden onder de rapportagegrens gevonden (zie Figuur 3.2). Deze locaties zijn echter alleen gemeten in zomer van 2015. Omdat alle metingen onder de rapportagegrens lagen zijn ze niet doorgezet. Locatie 026-012 (moeraszone langs de Vlaardingsvaart) geeft een lichte verhoging in het voorjaar van zowel 2015 als 2016, maar onder de 0,01 $\mu\text{g/l}$. De enige echte verhoging is gemeten in de haven nabij de zuivering (26-017). In maart 2016 is de concentratie hoger dan alle gemeten waarden in het zuiveringseffluent in 2016 (meetpunt 122-001 in Figuur 3.3), wat kan duiden op een gemiste piek in het zuiveringseffluent en/of op een overstort van de zuivering, waardoor ongezuiverd water de haven in is gestroomd.



Figuur 3.2 Dieldrinconcentraties in $\mu\text{g/l}$ in de Vlaardingsvaart gedurende de projectmonitoring (rg = rapportagegrens. Metingen onder de rg zijn weergegeven als 0,5 keer de rg).

Uitstroompunten

Voor dieldrin is er wel een groot verschil tussen de verschillende afwateringspunten. Op locatie 122-021, indicatief voor het 'schone' westelijke en zuidelijke deel van de Broekpolder, wordt nimmer boven de rapportagegrens gemeten. Locatie 122-001, het zuiveringseffluent, is in de winter 'vies', maar in de zomer schoon en net als voor metalen geeft de locatie die het water uit vak 13Z afvoert (122-022) de hoogste concentraties, zeker in de zomerperiode. Het water in de rietvelden aan de oostkant van de Broekpolder (meetpunt 122EX98) geeft ook hogere waarden in de winter, maar de concentraties liggen lager. Waar voor metalen een seizoensvariatie gebruikelijk is i.v.m. binding van metalen aan vers organisch materiaal in de zomer, is een dergelijke variatie voor organische verontreinigingen niet vastgesteld (De Lange et al., 2009).

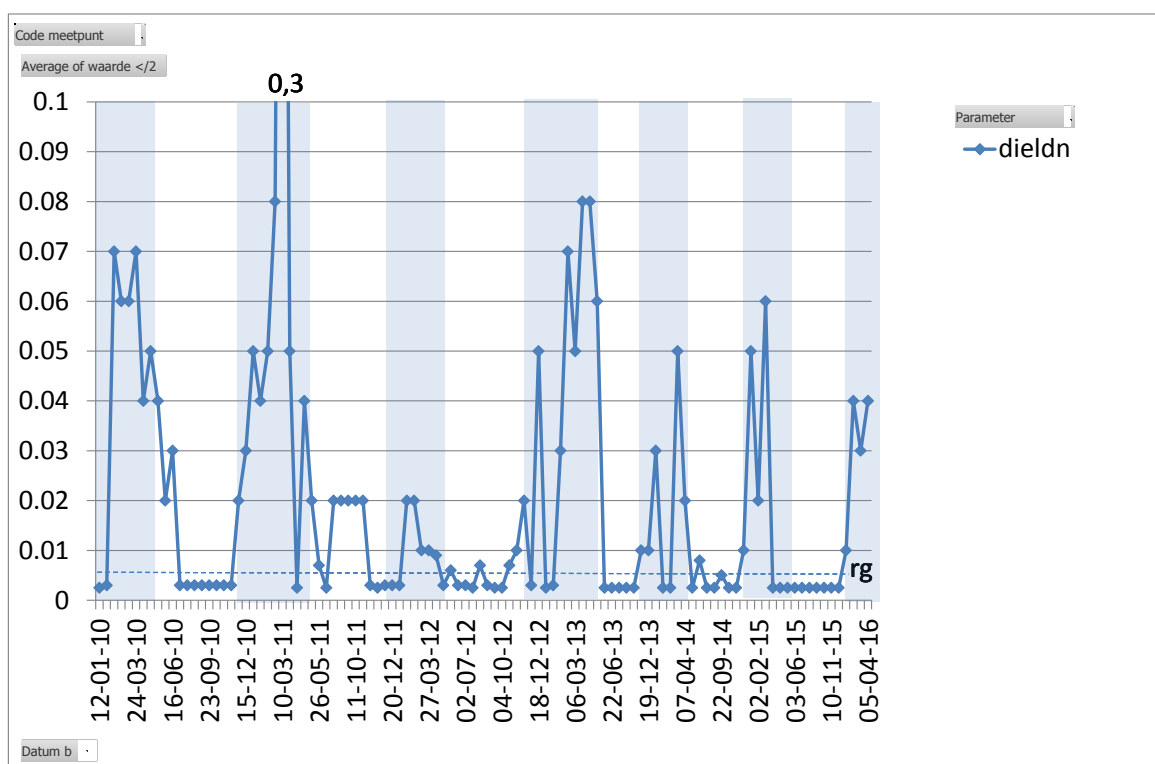


Figuur 3.3 Dieldrinconcentraties in µg/l op de uitstroompunten naar de boezem gedurende de projectmonitoring.

Voor locatie 122-001 (effluent koolfilter) is een langere meetreeks beschikbaar (Figuur 3.4). Daarin is een duidelijk seizoenseffect terug te zien in de uitstroompunten in de Broekpolder (een piek van december tot en met maart/april). Alleen de zomer van 2011 (hoog) en de winter 2011/2012 (laag) vallen uit de toon. Over 2011 meldt het KNMI: "de lente was extreem zacht, recorddroog en zeer zonnig, de zomer uitzonderlijk nat en somber, waarna de herfst uitblonk in zon, warmte en droogte"². Het jaar 2012 begon nat, maar maart was een opvallend droge maand³.

² <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/jaar-was-zeer-warm-en-zonnig>

³ <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/maand-en-seizoensoverzichten/2012/jaar>

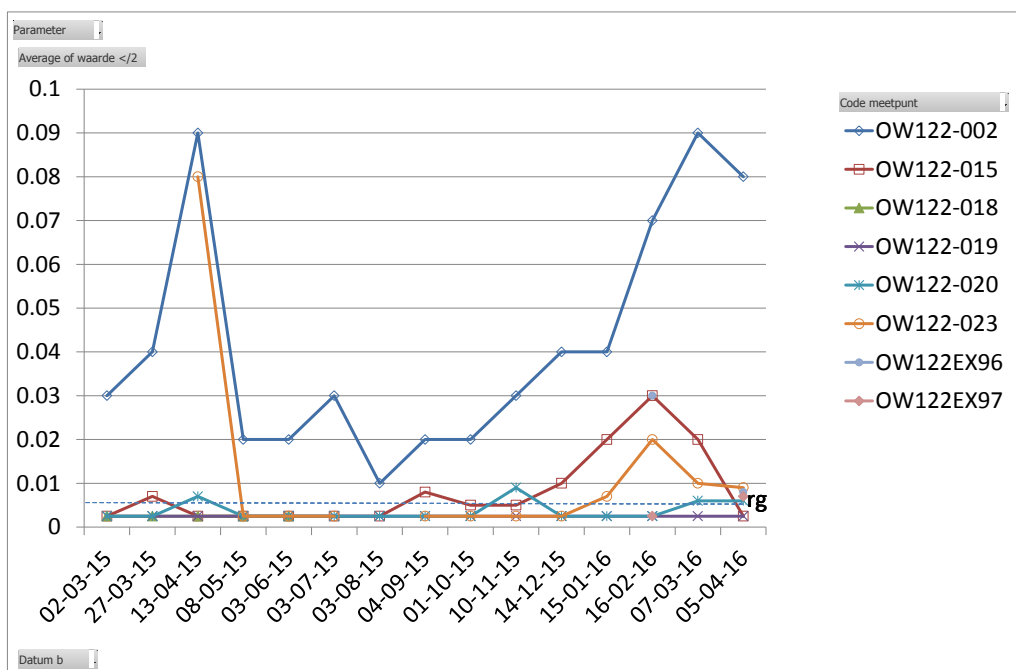


Figuur 3.4 Concentraties dieldrin in µg/l in de periode 2010-2016 in het effluent van het koolfilter (OW122-001).

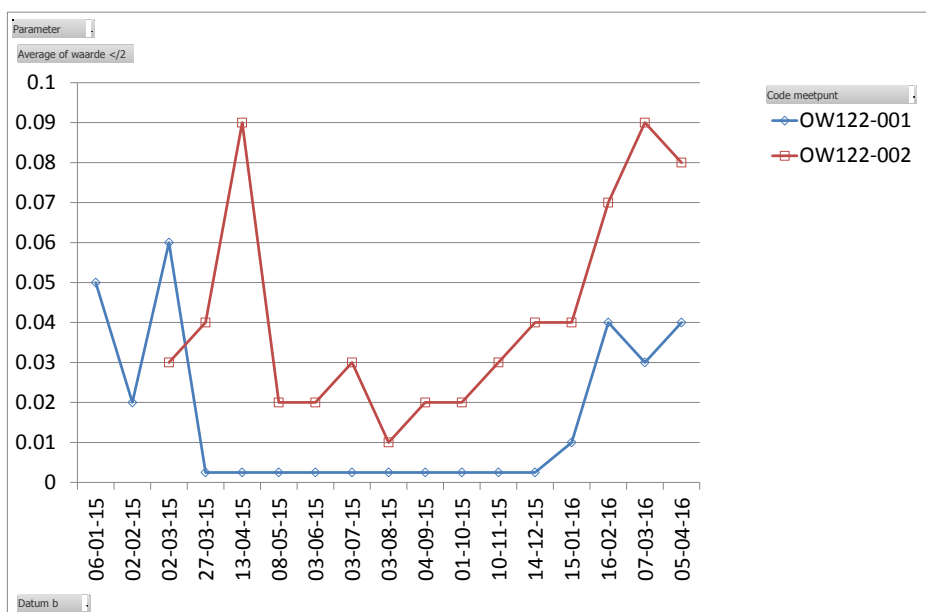
Blauw gearceerde banen zijn de wintermetingen (niet altijd dezelfde breedte vanwege variatie in het aantal metingen). Waarden onder de rapportagegrens zijn als 0,5 x rg meegenomen.

In de Broekpolder

De metingen in de Broekpolder zelf geven op hoofdlijnen dezelfde trend als op de uitstroompunten: verhoogde concentraties komen vooral in de winter voor (Figuur 3.5). Veruit de hoogste concentraties worden gemeten bij het influent van de zuivering. Dit bestaat uit de afwatering van golfbaan (122-015, 122EX96 en 122-023), maar de metingen op deze locatie liggen veel lager. De bijdrage van vakken 5/7, die ook op 122-002 afwateren moet dus groot zijn.



Figuur 3.5 Dieldrinconcentraties in µg/l in de Broekpolder. Waarden onder de rapportagegrens (rg) zijn als 0,5 x rg meegenomen.



Figuur 3.6 Dieldrinconcentraties voor de zuivering (122-002) en na de zuivering (122-001).

Samenvatting dieldrin

In de Broekpolder worden, vooral in de winter, verhoogde dieldrinconcentraties gevonden. Dat geldt voor alle vakken die op de zuivering uitkomen (de golfbaan en vakken 5/7) en voor de oostelijke rand (vak 13 N/Z). De vakken in het zuidelijke en westelijke deel van deel van Broekpolder laten geen overschrijdingen zien. Hoewel de zuivering de concentraties gemiddeld met zo'n 60 terugdringt, toont effluent van de zuivering in de winter (langjarig) verhoogde dieldrinconcentraties. Ook de direct op de boezem afstromende oppervlakken kennen verhoogde concentraties in de winter. Het lijkt er op dat de dieldrinconcentratie in de Vlaardingervaart direct bij de (verontreinigde) uitstroompunten licht wordt beïnvloed door de

Broekpolder. Er kan niet met zekerheid gezegd worden of de dieldrinconcentratie in meetpunt Vlaardingerschouw (026-000) ook wordt beïnvloed, want op die locaties zijn geen drins gemeten, maar de kans daarop lijkt minimaal.

Toetsen aan de waterkwaliteitsnormen

De metalen worden in Nederland getoetst aan de 2^e lijn. Voor Cu, Ni en Zn betreft dat een BLM-correctie, voor Cd een hardheidscorrectie. De 2^e lijnstoetsing geldt voor de KRW-rapportages. Formele KRW-toetsing is om meerdere redenen niet mogelijk. De meetperiode is te kort, maar belangrijker is dat DOC, Na, Ca en Mg nergens zijn gemeten. Er zijn wel oudere metingen van DOC, Na en Mg, maar niet voor Ca. Daaruit blijkt dat DOC in meetpunt 26-000 tussen de 10 en 20 mg/l schommelt en dat Na en Mg respectievelijk rond de 25 en 80 mg/l liggen. Voor DOC is een lage waarde gekozen (10 mg/l), omdat dat de strengste norm oplevert.

Sample name	Cu	Ni	Zn
OW026-000	0.37	niet gemeten	0.32
OW026-012	0.46	0.19	0.16
OW122-001	0.52	0.27	0.44
OW122-002	0.70	0.27	0.52
OW122-015	0.54	0.38	1.17
OW122-021	0.44	0.34	0.43
OW122-022	0.79	0.31	2.58

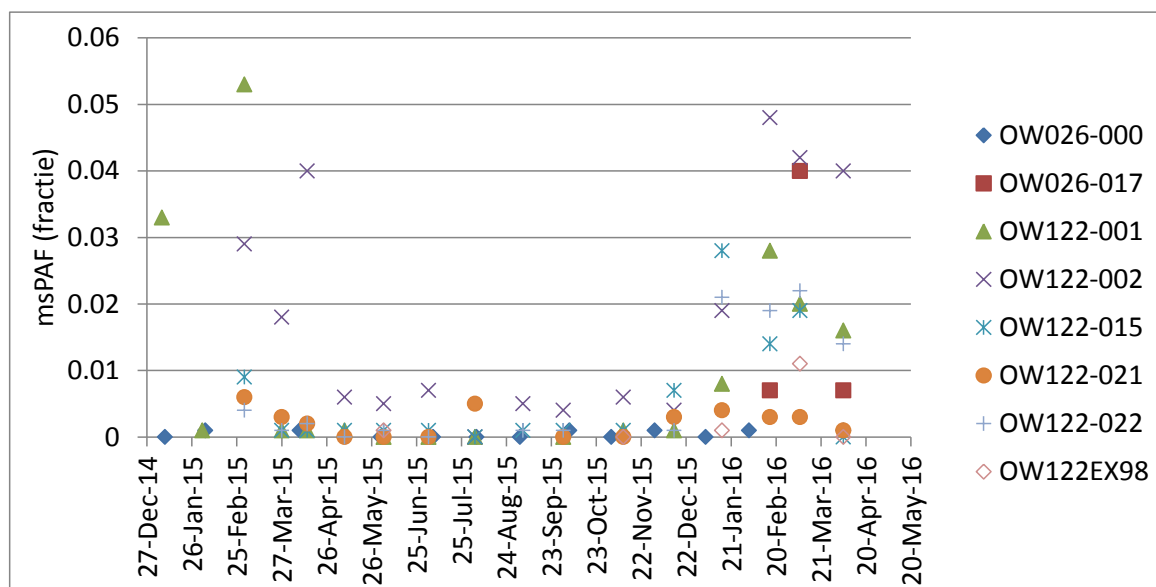
De gemiddelde koper- en nikkelconcentraties per meetpunt overschrijden nergens de (biobeschikbaarheids)norm. Voor zink overschrijdt het jaargemiddelde op de meetpunten 122-015 (gemaal Golfbaan) en 122-022 (vak 13Z) de 2^e lijnsnorm. De hardheidscorrectie kon niet worden uitgevoerd, omdat er geen CaCO₃-metingen zijn. Voor cadmium geeft 122-002 (influent zuivering) concentraties vergelijkbaar met de norm van 0,08 µg/l.

Voor drins wordt getoetst aan de somnorm. Toetsing met de Aquokit resulteert voor 2015 (voor 2016 zijn te weinig metingen om al te kunnen toetsen) in een normoverschrijding voor drins op de meetpunten 122-001 (effluent zuivering), 122-002 (influent zuivering) en 122-022 (vak 13Z).

3.2 Toxiciteitsberekening volgens de ESF-TOX en risico's voor doorvergiftiging.

3.2.1 ESF-TOX

De msPAF is een maat voor toxiciteit op basis van een groot aantal bioassays (labtesten met aquatische organismen). Een beknopte uitleg is te vinden in bijlage D. De schaal van de msPAF loopt van 0 (geen toxiciteit) tot 1 (alle soorten ondervinden schade van de toxische stoffen). De reden om de msPAF in het kader van dit project te berekenen is dat de msPAF een meer genuanceerd beeld geeft van de potentiële risico's vergeleken met de normen. Ten eerste wordt het effect van stoffen opgeteld, maar belangrijker is dat er niet met veiligheidsfactoren gewerkt, die vaak wel in normen verwerkt zijn wegens een gebrek aan data. Tenslotte is de drin-norm op oude data (voor 1988) gebaseerd en met oude methodieken afgeleid. De huidige msPAF berekening is zeer recent bijgewerkt.



Figuur 3.7 Berekende msPAF voor alle meetpunten met een waarde boven 1% (0,01) en de belangrijkste andere punten.

Figuur 3.7 laat duidelijk zien dat de toxiciteit in de zomer en het najaar laag is (<1%) en dat de msPAF tussen december en april verhoogd is. In de rapportages van de ESF-TOX is een voorzichtige eerste indicatie gegeven op basis van de relatie tussen de msPAF en de macrofaunascoringen op meetpunten in heel Nederland waar zowel chemie als ecologie gelijktijdig zijn bemonsterd. Daaruit blijkt dat het aantal macrofauna soorten afneemt vanaf een msPAF van 1%. Vanaf 10% ondervindt de macrofauna vrijwel zeker schade. De msPAF waarden in de Broekpolder lopen op tot ca. 5%, met mogelijk een afname van het aantal macrofauna soorten tot gevolg. De msPAF-waarden boven de 1% bevinden zich vooral op alle locaties rondom de zuivering. Verder laat de uitlaat van de golfbaan (122-015) enkele msPAF-waarden boven de 1% zien, evenals het water uit vak 13Z (122-022).

De verantwoordelijke parameters voor de hogere msPAF-waarden zijn in volgorde van belangrijkheid: endrin, zink, dieldrin en endosulfan. Endrin scoort zo hoog omdat de stof een factor 10 toxischer is dan dieldrin. Andere stoffen dragen niet of nauwelijks bij aan de msPAF.

3.2.2 Doorvergiftiging

De msPAF is gericht op directe effecten, maar niet op ophoping in de voedselketen. Met het model OMEGA 6.1 (RIZA, 2006) kunnen effecten op mossel- en visetende dieren worden berekend. De mosseleiders blijken het meest gevoelig. Het MTR-niveau (vergelijkbaar met de KRW-normen) ligt op 0,018 µg/l voor endrin en op 0,07 µg/l voor dieldrin. De norm van 0,01 µg/l voor de som drins is dus ook beschermend voor doorvergiftiging.

3.3 Verontreinigingsvracht van de Broekpolder op de boezem en Vlaardingen-West

Afwateringsvolumes

De door HH Delfland berekende watervolumes, die worden afgewaterd in een gemiddeld en een nat jaar, zijn vermeld in Tabel 3.1.

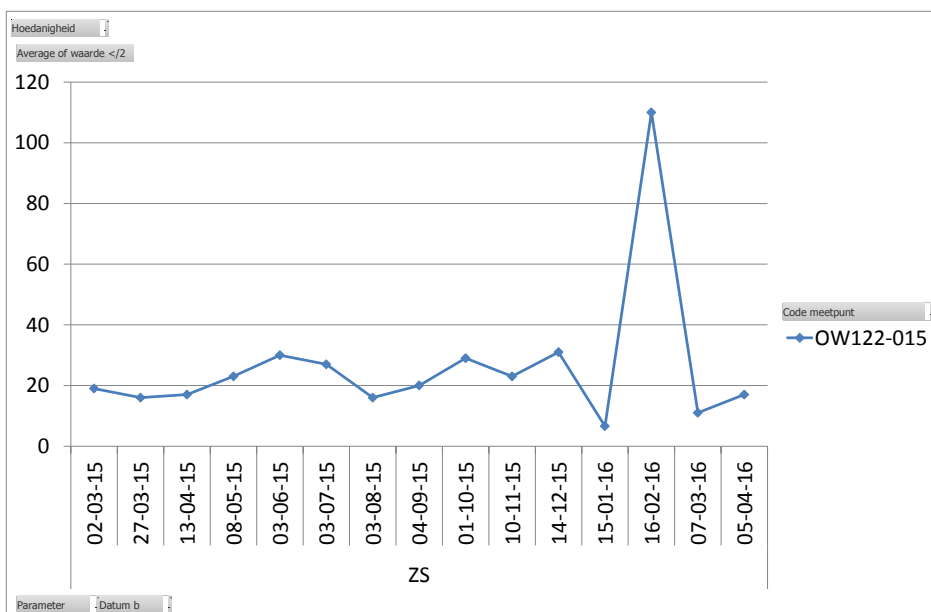
Tabel 3.2 Afwateringsvolumes vanuit de verschillende deelgebieden (negatieve waarden suggereren dat er netto water het gebied in komt, maar er is geen open verbinding; in dergelijke situaties treedt er dus peilverlaging op in de Broekpolder).

Deelgebied	gemidd. jaar winter (x1000m ³)	Nat jaar winter (x1000m ³)	Gemidd. jaar zomer (x1000m ³)	Nat jaar zomer (x1000m ³)
vak 13N	27	33	-1	4
de golfbaan (de vakken 8a deels, 10, 11a, 12)	179	278	71	150
de vakken 5 en 7	121	262	44	91
vak 13Z	63	77	-3	10
het overige gebied (de vakken 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9 en 11)	430	760	-188	116
Totaal	821	1411	-77	372

Concentraties

Om tot vrachten te komen, moeten de watervolumes vermenigvuldigd worden met de totale concentratie, dus inclusief zwevendstofgebonden verontreinigingen. Wat sterk opvalt in de metingen van de totale concentratie, is de piek op 16 februari 2016 op het uitstroompunt van de golfbaan (122-015). Dit is te wijten aan baggerwerkzaamheden op het terrein van de golfbaan in de periode van 24 januari tot en met 5 maart 2016, waardoor de zwevend stofconcentraties veel hoger dan gebruikelijk waren (zie Figuur 3.8). De metaalconcentraties gemeten op 16 februari zijn daarom niet meegenomen in de berekening van de gemiddeldes.

Voor drins zijn de metingen op 16 februari gewoon meegenomen. Weliswaar worden op de golfbaanlocaties (122-015, 122EX96 en 122-023) op 16 februari 2016 ook de hoogste concentraties gevonden, maar deze zijn slechts 30% hoger dan de waarden in januari en maart, terwijl de zwevend stofconcentratie in februari bijna een factor 10 hoger was dan in januari/maart (zie Figuur 3.8). Blijkbaar bevat het zwevend stof dat vrijkomt bij het baggeren geen hoge drin-gehalten. Dat zou betekenen dat drins in het oppervlaktewater terecht komen door uitspoeling uit de bodem en niet door nalevering uit sediment of oevers.



Figuur 3.8 Zwevend stofconcentratie in mg/l bij het gemaal van de golfbaan (OW122-015).

Voor alle waterstromen is, ook voor metalen, de totale concentratie voor het winterhalfjaar (nov/april) en zomerhalfjaar (mei/okt) bepaald op basis van de monitoringspunten. Voor de vakken 5/7 moest dat indirect gebeuren, omdat er alleen een monitoringspunt voor de zuivering lag, waar vak 13N, de golfbaan en vak 5/7 samenkomen. De concentratie is bepaald door de bijdrage van golfbaan/13N af te trekken van de totale vracht bij de zuivering. Dit resulteert in hoge concentraties, zeker in de winter.

Tabel 3.3 Concentraties som drins gebruikt voor de stoffenbalans [$\mu\text{g/l}$]

Meetpunt	meetpunt	winter	zomer
13 Noord	OW122-023	0,021	0,005
Golfbaan	OW122-015	0,014	0,006
Vak 5/7	berekend	0,211 ⁴	0,059
Influent	OW122-002	0,088	0,027
13 Zuid	OW122-022	0,035	0,021
Schone gebied	OW122-018 t/m 021	0,005	0,005
Effluent huidige zuivering	OW122-001	0,038	0,005
Effluent goed functionerende zuivering	aanname	0,010	0,010
Boezem	OW026-012	0,007	0,005

De verontreinigingsvrachten die in een gemiddeld of in een nat jaar worden geloosd, zijn vermeld in Tabel 3.4. Voor de drins leveren de vakken 5/7 (minder dan 20% van het watervolume) 80% van de belasting. Dat er geen aparte monitoringsdata voor de waterkwaliteit van de vakken 5/7 zijn, introduceert een onzekerheid in de balans, maar het komt wel overeen met het bodemonderzoek, waarin is gesteld dat veruit de hoogste drinconcentraties zijn gevonden in vak 7 (a en b) en daarna in de vakken 5, 12, 13Z (Grontmij, 2009). Het is dus belangrijk dat al het water uit de vakken 5/7 wordt gezuiverd. Voor de metalen zien we erg weinig zuiveringsrendement (voor Cu en Zn is de gemiddelde concentratie in het effluent zelfs hoger dan in het influent; zie Figuur 3.1) en ook veel kleinere concentratieverschillen tussen de verschillende gebieden. De selectie van gebieden die op de waterzuivering zouden moeten worden aangesloten zal dus alleen plaatsvinden op basis van het rendement voor drins.

Tabel 3.4 Jaarlijkse verontreinigingsvracht voor drins en enkele metalen (let op: verschillende eenheden) vanuit de verschillende delen van de Broekpolder zonder zuivering.

Stof	Drins (dieldrin + endrin) ⁵ (g/jaar)	Cu (kg/jaar)	Zn (kg/jaar)	Cd (g/jaar)
	Gemiddeld jaar	Gemiddeld jaar	Gemiddeld jaar	Gemiddeld jaar
vak 13N	0,6	0,2	1,4	7
de golfbaan	3,0	1,7	10,2	55
de vakken 5/7	28,2	1,9	1,0	48
vak 13Z	2,15	1,0	3,2	17
het overige gebied	1,2	3,1	10,3	78

⁴ Voor vakken 5/7 is geen msPAF weergegeven in Figuur 3.7. Indien wordt aangenomen dat endrin 25% van totaal endrin/dieldrin (0,211 $\mu\text{g/l}$) uitmaakt komt er een msPAF uit van 4,7%. De msPAF wordt echter vooral bepaald door endrin 3,5%. Een hoger of lager aandeel endrin in de som leidt dus meteen tot andere resultaten. Bovendien zijn andere stoffen (zink) niet meegenomen in deze msPAF berekening.

⁵ Isodrin en telodrin zijn nooit boven de rapportagegrens vastgesteld

Het effect van deze belasting op de concentraties in de Vlaardingervaart kan alleen berekend worden als het debiet in de boezem bekend is. Hierover is weinig bekend. De eerder genoemde modelstudie (E-mail H. Vreugdenhil, 25 mei 2016) geeft aan dat de bijdrage van de Broekpolder aan de Vlaardingervaart gemiddeld 60% kan bedragen.

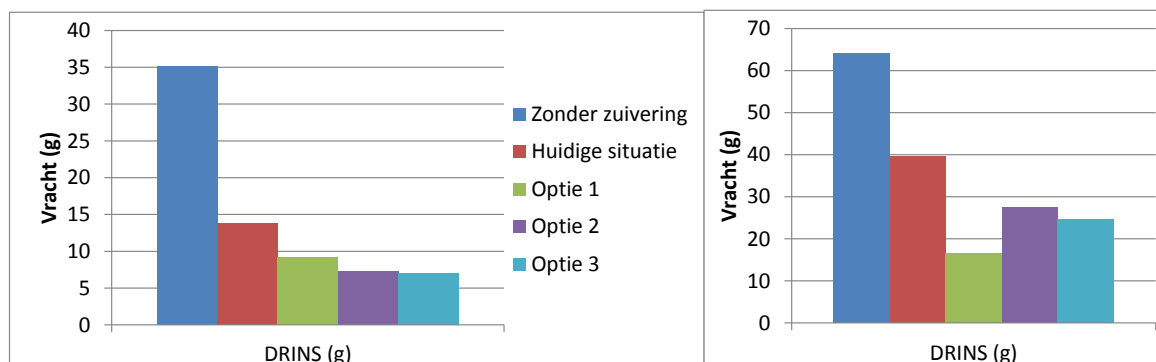
Tabel 3.2 laat zien dat de waterafvoer uit de Broekpolder naar de Vlaardingervaart in een gemiddeld jaar voor ca. 50% via de zuivering komt. Het zuiveringseffluent draagt dus ongeveer een derde bij aan het water van de Vlaardingervaart ten oosten van Broekpolder. Uitgaande van de gemiddelde concentratie in het effluent (0,038 µg/l) en in de boezem (0,007 µg/l) en de verdunning (factor 3) resulteert dat een verhoging van 0,01 µg/l aan de gemiddelde concentratie van de Vlaardingervaart.

3.4 Korte termijn maatregelen: scenario's voor het anders inzetten van de zuivering

In paragraaf 2.7 zijn alle scenario's gedefinieerd. Ten opzichte van de huidige situatie is in alle scenario's met eenvoudige maatregelen de golfbaan afgekoppeld. Afhankelijk van het scenario wordt vak 13 aangekoppeld. In de a-opties is de capaciteit van de zuivering 3 keer zo groot gemaakt.

3.4.1 Eenvoudige maatregelen

Het effect van de verschillende zuiveringsscenario's op de drinvracht is weergegeven in Figuur 3.9 (uitgaande van een optimale zuivering met maximaal 0,01 µg/l⁶ in het effluent). Voor een gemiddeld jaar is er een daling van de vracht te zien bij oplopende opties⁷, voor een nat jaar valt op dat zuiveringsoptie 1 (alleen vakken 5/7 op de zuivering) het beste scoort, omdat dat het enige scenario is waarbij nooit een overstort optreedt. Voor natte jaren is een zuivering van alleen vakken 5/7 het meest veilig. Toch is het aantrekkelijk om ook vak 13Z en evt. vak 13N op de zuivering aan te sluiten met een mogelijkheid af te koppelen op het moment dat de maximale capaciteit van de zuivering wordt bereikt.



Figuur 3.9 Vrachten afhankelijk van welke gebieden worden aangesloten op de huidige zuivering met optimaal rendement. Links een gemiddeld jaar, rechts een nat jaar.

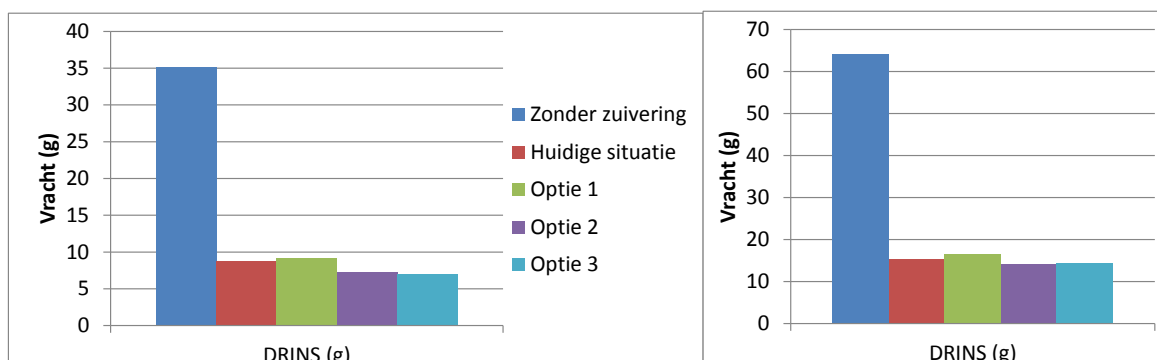
Het afkoppelen van golfbaan betekent dat het water naar het zuiden (via meetpunt 122-019) en daarna oosten (meetpunt 122-021) afwatert naar de Vlaardingervaart. Dat betekent dat hogere zinkconcentraties door het 'schone' gebied stromen. Voor de totale zinkconcentraties zijn de verschillen klein (behalve tijdens baggeren), voor na-filtratiemetingen ligt de golfbaan duidelijk hoger dan het afwateringspunt van het schone gebied. Hoewel door sortieprocessen de concentratie na-filtratie snel kan veranderen, zal de zinkconcentratie op route (via 122-019) naar het uitstroompunt (122-021) wel wat stijgen.

⁶ Dit is het niveau waarop de norm wordt gehaald. Delfland geeft aan dat als er goed beheer plaatsvindt van de zuivering, dat deze 0,01 µg/l altijd mogelijk is, ook als er in de winter relatief hoge concentraties in het influent zitten (pers. Mededeling Hugo Vreugdenhil, 23 juni 2016).

⁷ Een korte beschrijving: Optie 1: alleen vakken 5/7 op de zuivering; Optie 2: vakken 13N/Z en 5/7 op de zuivering, optie 3. Vakken 5/7 en vak 13Z aangesloten op de zuivering.

3.5 Definitieve maatregelen

Het hangt af van de doelen in hoeverre maatregelen nodig zijn. De concentraties op de monitoringslocatie Vlaardingervaart-Vlaardingschouw worden nauwelijks beïnvloed door de Broekpolder. Voor metalen geldt wel dat de concentraties op de uitstroompunten van de broekpolder licht hoger zijn dan op het meetpunt Vlaardingschouw. Voor drins is het lastiger om de mate van beïnvloeding vast te stellen, omdat ze niet worden gemeten op locatie Vlaardingervaart-Vlaardingschouw. In het haventje vlak bij de zuivering en in mindere mate in de moeraszone langs Broekpolder worden wel hogere drinconcentraties gevonden, maar deze locaties zijn enigszins afgescheiden van de doorgaande vaart. Op basis van bovenstaande informatie kan gesteld worden dat er geen formele verplichtingen zijn om maatregelen te nemen voor de KRW. Om de verontreinigingsvracht zoveel mogelijk te beperken blijft het vanuit preventie (emissiebeheer) wel zinvol om het water uit de Broekpolder zo goed mogelijk te zuiveren. In de huidige situatie wordt ca. 50% van de drinvracht verwijderd. Als de zuiveringscapaciteit wordt verdrievoudigd, kan er nog wat meer worden bereikt. Figuur 3.10 toont vooral dat de huidige afvoer op de zuivering (golfbaan + vakken 5/7) al een goed rendement geeft en dat voor natte jaren scenario's 2 en 3 duidelijk meer reductie van de vracht geven. Wellicht geeft een scenario waarin de vakken 5/7, 13 en de golfbaan allemaal op de zuivering afwateren nog meer reductie kan geven, maar dat is in deze studie niet expliciet bekeken.



Figuur 3.10 Vrachten afhankelijk van welke gebieden worden aangesloten op 3 keer zo grote zuivering met optimaal rendement. Links een gemiddeld jaar, rechts een nat jaar.

De zuivering helpt echter niet om de kwaliteit binnen de Broekpolder verbeteren. In de Broekpolder worden diverse normoverschrijdingen geconstateerd en is ook de msPAF-waarde veelvuldig >1%, hetgeen kan duiden op de lichte veldeffecten op de macrofauna in de Broekpolder. Maatregelen zijn dus vooral zinvol om de waterkwaliteit en ecologie in de Broekpolder zelf te verbeteren. Wat opvalt in de Broekpolder is dat in de winter niet alleen de afvoer hoger is, maar ook de concentraties. De vracht wordt dus op twee manieren verhoogd. Voor metalen zijn de hogere concentraties wel verklaarbaar door:

- Natuurlijke seizoensfluctuatie (o.m. door binding aan vers organisch materiaal in de zomer en hogere DOC-concentraties in de winter)
- hogere grondwaterstanden in de winter, waardoor de aerobe bodem anaeroob wordt, hetgeen kan leiden tot oplossen van ijzer en daaraan gebonden metalen.

Voor organische contaminanten ligt deze verklaringen minder voor de hand. Binding aan vers organisch materiaal (planten, algen) in de zomer en DOC in de winter zou ook daar een verklaring kunnen zijn, maar daarvoor is minder bewijs in de literatuur. Bovendien zijn de verschillen tussen zomer en winter voor drins veel groter dan voor metalen. Andere mogelijke oorzaken zijn:

- dat de snelle stroombanen die bij veel neerslag het oppervlaktewater voeden, sterker zijn verontreinigd dan de stroombanen die bij weinig neerslag het oppervlaktewater voeden. Dit is bijvoorbeeld mogelijk als de slootbodems in de oorspronkelijk (schone) bodems liggen of als de onderste sliedlagen minder verontreinigd zijn;
- dat hogere stroomsnelheden leiden tot opwerveling van sterk verontreinigd sediment en tot erosie van verontreinigde oevers. Dat draagt door desorptie bij aan hogere concentraties in het oppervlaktewater. Dit wordt echter niet ondersteund door de waarnemingen tijdens de baggerwerkzaamheden;
- dat de bodem die in de zomer droog is in de winter nat wordt, waardoor de verontreinigingen (evt. gebonden aan opgeloste organische stof) in dat bodemvolume gemobiliseerd kunnen worden.

Afhankelijk van de oorzaak kunnen maatregelen worden bedacht, maar het vraagt hoogstwaarschijnlijk een behoorlijke inspanning om de oorzaken goed in kaart te brengen.

4 Conclusies

De conclusie is opgebouwd aan de hand van de vragen zoals geformuleerd in hoofdstuk 1.

1. Kan op basis van monitoringresultaten inzicht worden verkregen in de toxiciteit van het oppervlaktewater in en om de Broekpolder?

In de Broekpolder overschrijden enkele monitoringspunten de drins-norm en de zinknorm. Dit geldt vooral voor het noordelijk deel dat afwatert via de zuivering, en voor vak 13Z dat afwatert naar Vlaardingen. De drin-concentraties in het westelijke en zuidelijke deel liggen onder de rapportagegrens en de metaalconcentraties zijn vergelijkbaar met de rest van de Broekpolder, al overschrijden ze niet de norm. Ten aanzien van de drins is het influent van de zuivering het meest verontreinigd; dit wordt vooral veroorzaakt door de vakken 5/7, al zijn voor dat vak geen individuele meetwaarden. Op basis van de waterbalans kunnen de concentraties in het water van de vakken 5/7 worden berekend. Verder vallen de hoge concentraties van vak 13Z op, met name voor metalen, maar ook drins worden daar vaak aangetoond.

De formele normoverschrijdingen voor drins en zink worden vooral veroorzaakt door de hogere concentraties in de winter. Ook de toxiciteitsberekening conform ESF Toxiciteit geeft in de winter een waarde die kan duiden op lichte effecten op de macrofauna. De stoffen die het meest bijdragen aan de toxiciteit zijn in volgorde van belangrijkheid: endrin, zink, dieldrin en endosulfan.

De beïnvloeding van de Vlaardingervaart is waarschijnlijk klein. In het deel van Vlaardingervaart ten oosten van de Broekpolder kan wel enige beïnvloeding optreden tot concentraties rond de rapportagegrens en norm. Dit wordt bevestigd door de drin-concentraties gemeten in de Vlaardingervaart direct bij de uitstroompunten; voor metalen kon dat niet worden vastgesteld. Bij het reguliere meetpunt Vlaardingerschouw zijn geen drins gemeten, maar aangezien de bijdrage van de Broekpolder orde van grootte 5% is, valt niet te verwachten dat er drin-concentraties boven de rapportagegrens zouden worden gemeten als gevolg van lozingen op de Broekpolder. De KRW-doelen op waterlichaamniveau worden dus niet bedreigd.

2. Kunnen jullie op basis van de monitoringdata de verontreinigingsvracht schatten die vanuit de Broekpolder wordt geloosd?

De totale vracht in een gemiddeld jaar is voor drins 35 g/jaar en voor Cu, Zn en Cd respectievelijk 8, 26 en 0,2 kg/jaar. In natte jaren ligt deze waarde 1,5 tot 2 keer zo hoog. De vakken 5/7 veruit het meeste bij aan de drin vracht (80% van het totaal). Voor metalen is bijdrage sterk gerelateerd aan het volume dat afwatert. Voor zink draagt de golfbaan relatief veel bij en ook de bijdrage van vak 13Z is meer dan op basis van het volume verwacht zou worden.

3. Kunnen jullie aangeven welke eenvoudige (kosteneffectieve) maatregelen op korte termijn zinvol zijn om de situatie te optimaliseren

De huidige zuivering heeft een behoorlijk effect voor de drins (de totale vracht vanuit de Broekpolder is ca. 35% lager dan zonder zuivering). Dit percentage kan worden verhoogd

naar ca. 70% als de overstorten afnemen en het meest verontreinigde water naar de zuivering gaat. Voor natte jaren geldt daarom dat het zuiveren van enkel de vakken 5/7 tot de laagste vracht leidt; voor gemiddelde jaren wordt de vracht het meest gereduceerd als ook vak 13 op de zuivering wordt aangesloten. Het flexibel inzetten van de zuivering met als hoogste prioriteit de vakken 5/7, vervolgens vak 13 en als er voldoende capaciteit is ook de golfbaan, levert het hoogste rendement op.

Voor metalen is er geen verschil te zien tussen de concentraties het influent en het effluent van de zuivering, maar de golfbaan vertoont in de winter wel hogere opgeloste zinkconcentraties die mogelijk kunnen leiden tot verhoogde zinkconcentraties in het schone gebied als de golfbaan wordt afgekoppeld richting meetpunten 122-019 en 122-021.

4. Welke maatregelen zijn nodig voor een definitieve oplossing voor de Broekpolder?

De zuivering helpt om de vracht op de boezem te reduceren. Dat kan niet alleen met de voorgestelde eenvoudige maatregelen, maar ook door de zuiveringscapaciteit te verhogen. Het effect op de waterkwaliteit vooral meetbaar in het gebied direct achter de zuivering.

Het verbeteren van de waterkwaliteit in de Broekpolder zelf, zou ook voor dat gebied meerwaarde kunnen geven. Om de waterkwaliteit in de Broekpolder te verbeteren zou vooral de uit- en afspoeling vanuit de vakken 5/7 gereduceerd moeten worden. Er kan getracht worden het volume water te reduceren, maar aangezien dit vooral bepaald wordt door het neerslagoverschot, biedt deze optie niet veel mogelijkheden. De andere mogelijkheid is het zorgen voor lagere concentraties, vooral in de winter. De reden waarom de concentraties in de winter zoveel hoger zijn, is op basis van de huidige data niet eenvoudig vast te stellen. Voor het ontwerpen van definitieve maatregelen is daarom meer inzicht nodig in oorzaken van de hoge winterconcentraties en dan vooral in de vakken 5/7. Mogelijk kan het saneringsonderzoek dat parallel aan deze monitoring is gestart, hier meer inzicht in geven.

5 Referenties

De Lange, H.J., E.T.H.M. Peeters, J. Harmsen, H. Maas, J. De Jonge, 2009. Seasonal variation of total and biochemically available concentrations of PAHs in a floodplain lake sediment has no effect on the benthic invertebrate community. *Chemosphere* 75 (2009) 319–326.

Grontmij, 2009. Bodemecologisch onderzoek volgens de Triade-benadering in recreatiegebied en voormalig baggerspeciedepot Broekpolder te Vlaardingen. Projectnummer 256581.

Verschoor, A.J., J.P.M. Vink, G.R. De Snoo, M.G. Vijver, 2011. Spatial and Temporal Variation of Watertype-Specific No-Effect Concentrations and Risks of Cu, Ni, and Zn *Environ. Sci. Technol.* 2011, 45, 6049–6056.

RWS-RIZA, 2006. OMEGA6.1, model ter berekening van de ecologische risico's. Behorend bij de Richtlijn Nader Onderzoek Waterbodems.

A Detailkaarten van de meetlocaties

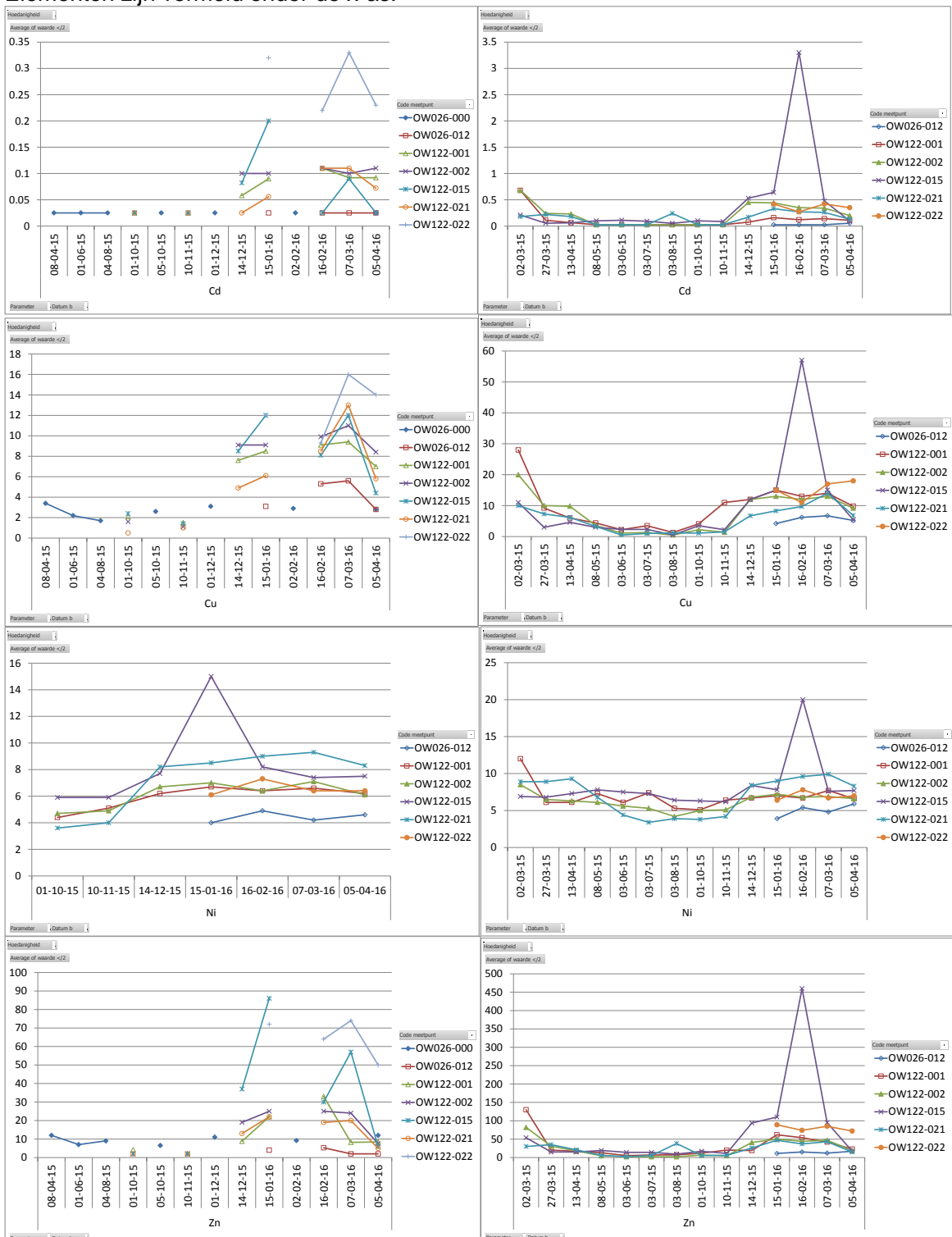


B Detailinformatie van de gebruikte meetpunten

meetpunt	locatieomschrijving	x-coord.	y-coord.	jaren	opmerkingen
OW026-000	Vlaardingervaart, Vlaardingerschouw	81826	439980	2010 - 2016	geen drins
OW026-005	Vlaardingervaart, voetbrug Polderpad	82682	438514	2015; 2016	
OW026-012	Vlaardingervaart, moeraszone langs Broekpolder	82480	438789	2015; 2016	
OW026-016	Vlaardingervaart, Watersportweg	82979	437477	2015; 2016	
OW026-017	Vlaardingervaart, haven	82208	439188	2015; 2016	
OW122-001	Broekpolder, koelfilter gemaal	82131	439088	2010 - 2016	
OW122-002	Broekpolder, Influent gemaal krooshek	82105	439088	2015; 2016	
OW122-015	Broekpolder, Influent gemaal Golfclub	81807	439422	2013; 2015; 2016	
OW122-018	Broekpolder, watergang bij Steurpad Eind van vak 8	81651	438845	2015	geen metalen
OW122-019	Broekpolder, nabij Klokbeekpad schone gedeelte, vak	82007	438183	2015; 2016	geen metalen
OW122-020	Broekpolder, Klokbeekpad schone gedeelte, vak 4	81807	438101	2015; 2016	geen metalen
OW122-021	Broekpolder, Broekpad Eind schone gedeelte	82926	437682	2015; 2016	
OW122-022	Broekpolder, Broekpad Sluitvak 13 bij sifon	82927	437711	2015; 2016	in 2016 metalen
OW122-023	Broekpolder, Golfpad parallel aan Vlaardingervaart	82149	439520	2015; 2016	geen metalen
OW122EX96	Broekpolder, Sloot tussen golfbaan en Golfpad	81875	439680	2016	geen metalen
OW122EX97	Broekpolder, waterplas golfbaan vlak voor pomp	81780	439438	2016	geen metalen
OW122EX98	Broekpolder, Rietveld 1	82263	438969	2015 (deels); 2016	geen metalen
OW122EX99	Broekpolder, Rietveld 2	82281	439003	2015 (1 keer)	geen metalen
OW026-002	Vlaardingervaart, Westlandseweg	83108	436860	2010 - 2016	eco + paar metalen
OW026-004	Vlaardingervaart, steiger Holy Ziekenhuis	82991	437551	2011; 2016	

C Metaalconcentraties (totaal en na filtratie) in µg/l.

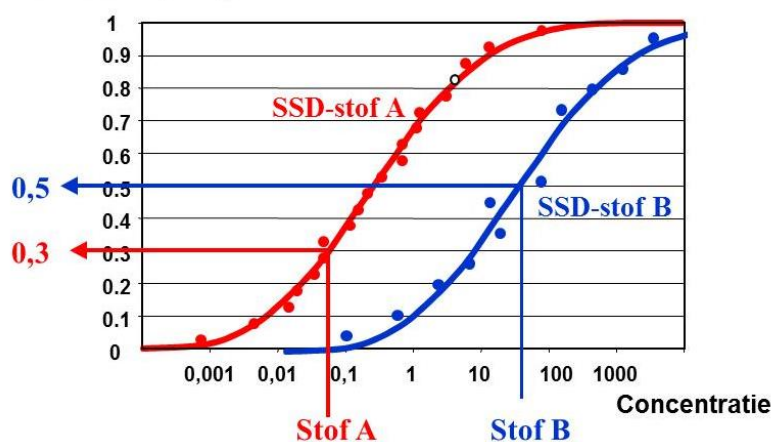
Concentraties in µg/l. Links de concentraties na filtratie, rechts de totale concentraties. Elementen zijn vermeld onder de x-as.



D Nadere toelichting msPAF-berekening conform ESF8

Om uit een milieuconcentratie van een stof de toxische druk van een watermonster af te kunnen leiden, worden eerst alle beschikbare toxiciteitsgegevens van deze stof verzameld. Vervolgens worden deze gegevens, afkomstig van allerlei verschillende soorten, gebruikt om per stof een zogenoemde soorten-gevoeligheidsverdeling te maken (in het Engels: SSD, Species Sensitivity Distribution). Een SSD is een cumulatieve verdelingscurve, waarbij met toenemende concentraties op de x-as het percentage soorten dat een toxisch effect zal ondervinden (y-as) toeneemt tot uiteindelijk de concentratie zo hoog is dat alle soorten een effect ondervinden. De Y-as loopt dus van 0 tot 1 (of 100%; zie figuur D1 Figuur). Als de SSD-curve voor een stof en een blootstellingsvorm (acuut of chronisch) eenmaal is vastgesteld, is het bepalen van de (acute of chronische) toxische druk niets anders dan op de y-as een percentage (acuut of chronisch) beïnvloede soorten aflezen behorend bij de concentratie die in het oppervlaktewater is vastgesteld (x-as). De resulterende grootte (toxische druk) geeft dus aan hoe 'gevaarlijk' het watermonster is, in principe voor de verzameling van de geteste soorten. Omdat aangenomen wordt dat toenemende druk op testsoorten inzicht geeft in de druk op veldsoorten geldt dat hoe hoger waarde van de (mengsel) toxische druk, hoe groter het aantal veld-soorten dat te lijden zal hebben van de aanwezige toxische stoffen. Toenemende toxische druk betekent een toenemende kans op biodiversiteits-effecten.

Toxische druk (PAF)



Figuur D1 Toepassing van soorten-gevoeligheidsverdelingen (SSDs) bij het afleiden van de toxische druk die veroorzaakt wordt door een mengsel van twee stoffen (stof A met SSD-A, en stof B met SSD-B). De punten zijn toxiciteitsgegevens van testen met de verschillende stoffen en verschillende soorten waterorganismen. Bij een milieuconcentratie (X) van een stof wordt de toxische druk (Y) van die stof afgelezen en uitgedrukt als toxische druk van die stof (PAF). Die waarden worden geaggregeerd tot de totale mengsel-toxische druk (zie tekst).

E Met PNEC-pro berekende lokale koper en zinknormen voor de Broekpolder o.b.v. ranges gevonden in de data

koper	laag zout		hoog zout	
DOC	pH 7.5	pH 8.5	pH 7.5	pH 8.5
8	18.0	11.6	8.7	2.3
10	23.5	17.1	14.2	7.8
15	37.2	30.8	27.9	21.5
20	50.9	44.5	41.5	35.2

zink	laag zout		hoog zout	
DOC	pH 7.5	pH 8.5	pH 7.5	pH 8.5
8	23.0	30.8	29.1	36.9
10	26.1	33.9	32.1	39.9
15	33.6	41.4	39.7	47.5
20	41.2	49.0	47.2	55.0